COLUMBIA LIBRARIES OFFSITE
HEALTH SCIENCES STANDARD
HX64103641
QP381 .R392 Structure des circon
RECAP

QP381 R392

Columbia University
in the City of New York

College of Physicians and Surgeons

Library

STRUCTURE

DES

CIRCONVOLUTIONS CÉRÉBRALES

(ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE)

PARIS, TYPOGRAPHIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

CONCOURS POUR L'AGRÉGATION

(SECTION D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE)

STRUCTURE

DES

CIRCONVOLUTIONS CÉRÉBRALES

(ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE)

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A LA FACULTÉ

DE MÉDECINE DE PARIS

PAR LE

Dr Charles RICHET

Docteur ès sciences

Ancien interne des hôpitaux de Paris

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

1878

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
Columbia University Libraries

http://www.archive.org/details/structuredescirc00rich

CIRCONVOLUTIONS CÉRÉBRALES

PREMIÈRE PARTIE

STRUCTURE DES CIRCONVOLUTIONS.

§ 1. Historique.

Tandis que la disposition et la morphologie des circonvolutions du cerveau sont maintenant assez bien connues, leur structure ne saurait être décrite avec autant d'exactitude, et les connaissances toutes récentes que nous avons sur ce sujet sont encore assez insuffisantes. — J'examinerai d'abord les opinions des anciens anatomistes.

Hippocrate [1] compare le cerveau à une glande : *Caput quoque ipsum glandulas habet; nam cerebrum glandulæ simile.*

Pour Malpighi [2], pour Vieussens [3], l'écorce du cerveau était aussi une glande.

Malpighi assimile ces glandes cérébrales au lobule du foie; mais en faisant quelques réserves. — *Non*

1. Cité par Longet, *Anat. et physiol. du système nerveux*, I, p. 160.
2. *De cerebri cortice dissertatio*, dans *Bibl. anat.* de Manget, t. II, p. 82. Genève, 1699.
3. *Institut de méd.*, t. III, p. 109, 2e édition.

improbabile interim putans iisdem etiam acinis (du foie) *has cerebri glandulas conglobari posse*[1].

En somme, Malpighi suppose que le cerveau est formé de fibres et de glandes — *Corticales glandulæ tortuosæ locatæ exteriores cerebri gyros componunt, et exorientibus inde medullaribus fibris, seu vasculis, appenduntur, ita ut ubicunque per transversum secantur gyri, determinata et firma semper glandularum congerie medullæ affundatur.* Je ne sais s'il faut être aussi affirmatif que M. Luys[2], et dire que Malpighi a découvert les cellules du cerveau : cependant cela me paraît très-probable. Ailleurs il dit : *glandularum exiguitas aciem microscopii subterfugit ;* ce qui signifie probablement qu'il s'attendait à voir des lobules, et qu'il n'a pu voir que de simples cellules très-petites, non agglomérées (?).

Quoi qu'il en soit, les idées de Malpighi furent bientôt oubliées. En 1698, Ruysch[3], se fondant sur les résultats de ses merveilleuses injections artérielles, considéra l'écorce cérébrale comme un lacis vasculaire. Cette opinion, pressentie quelque temps auparavant par Leuwenhœck, fut adoptée par la plupart des anatomistes. Boerhave[4], qui avait d'abord admis l'opinion de Malpighi, se rangea ensuite à l'opinion de Ruysch.

La théorie de Ruysch s'appuyait sur un fait exact : la grande vascularité de l'écorce cérébrale. Aussi aucune objection ne s'éleva d'abord. Du temps de Haller[5] (1766), c'était l'opinion classique. On admettait qu'il y avait des

1. *Loc. cit.*, p. 323.
2. *Le cerveau et ses fonctions*, p. 15.
3. *Thesaurus anatom.*, VI, n. 73, thes. IV, n. 78, p. 78 ; p. 81 (citation de Haller, t. IV, epist. XI, p. 24).
4. Cité par Haller, *Elementa phys.*, IV, p. 25.
5. *Loc. cit.*, p. 27.

vaisseaux artériels qu'on pouvait injecter, et d'autres, non visibles, qu'on ne pouvait pas injecter; le tout étant plongé dans une trame celluleuse très-fine. On distinguait donc dans le cerveau une partie blanche (medulla), et une partie grise (cinereus cortex), constituée par un lacis d'artères.

Le premier anatomiste qui ait donné une bonne idée de la structure cérébrale est probablement Vicq d'Azyr[1]. Il montre que l'écorce grise est, en réalité, composée de trois couches : une lame blanche entre deux lames grises; ce qui donne à la substance grise l'apparence d'un ruban rayé.

Le fait fut généralement accepté, étant exact, et indiscutable. Cependant Gennari[2] admit qu'il existait entre la substance blanche centrale et la substance corticale, une substance jaune particulière. Des observations ultérieures ont montré que cette couche jaune n'est en réalité que la partie la plus profonde de l'écorce du cerveau.

C'est en 1840 que paraît le travail fondamental de Baillarger[3] : cet anatomiste éminent annonce que chaque

1. Voici comment s'exprime Vicq d'Azyr :

« Si, en préparant le centre ovale de Vieussens, on examine la forme des circonvolutions cérébrales postérieures, qui sont adossées à la faux au-dessus du cervelet, on en observe ordinairement plusieurs qui sont remarquables en ce que la substance corticale y est interrompue, suivant sa longueur, par un trait blanc linéaire qui suit tous les contours des circonvolutions, ce qui donne à cette portion de la substance corticale l'apparence d'un ruban rayé. Je n'ai point trouvé cette disposition dans les autres régions du cerveau. » — Cette remarquable observation de Vicq d'Azyr, sans passer inaperçue, ne fut pas utilisée, et c'est, dans ces derniers temps, M. Broca qui en a le premier fait ressortir l'importance.— *Sur la structure spéciale des circonvolutions inférieures du lobe occipital : existence constante du ruban rayé de Vicq d'Azyr.* — *Bull. de la Soc. d'anthropologie*, 1861, t. II, p. 313.

2. Cité par Longet, *loc. cit.*, t. I, p. 608.

3. *Recherches sur la structure de la couche corticale des circonvolutions du cerveau.* — *Mém. de l'Acad. de méd.*, t. VIII, 1840.

circonvolution est formée, dans sa partie grise, de six couches, alternativement grises et blanches. Pour démontrer sa proposition, M. Baillarger examine les circonvolutions, tantôt à la lumière transmise, tantôt à la lumière directe. Vues par transparence, les couches grises paraissent claires, les couches blanches, opaques. M. Baillarger a montré encore que chez les jeunes enfants cette disposition était très-marquée, et que déjà chez les fœtus de quatre à cinq mois on pouvait l'observer.

C'est à cette époque à peu près qu'on commençait à se servir du microscope, et on put alors étudier la structure intime des circonvolutions. La découverte des cellules nerveuses par Ehrenberg, Valentin, Purkinje (1835 à 1840), montra que dans la couche grise des circonvolutions existaient des cellules nerveuses de forme très-variable.

Quel que soit l'intérêt de l'histoire des péripéties qu'a parcourues, depuis cette époque jusqu'à nos jours, la structure du tissu nerveux, je ne saurais m'y arrêter.

Pour ce qui a trait aux circonvolutions, c'est vraisemblablement Meynert qui en a donné le premier une description exacte accompagnée de bonnes figures. A la même époque, Luys établissait dans son grand ouvrage sur le système nerveux les rapports du système cortical avec le système ganglionnaire du cerveau. Après Luys et Meynert, il convient de citer le travail de Betz, qui décrivit le premier certaines cellules des parties motrices de l'écorce. Enfin les médecins aliénistes anglais du grand asile de Londres ont, dans une série de travaux tout récents, publié sur la structure des circonvolutions des travaux recommandables.

En résumant ce rapide historique nous trouvons :

1° Que probablement Malpighi a découvert les cellules et les fibres nerveuses de l'écorce cérébrale.

2° Que Vicq d'Azyr et Baillarger ont bien décrit la structure des circonvolutions à l'œil nu.

3° Que Meynert, Luys et Betz nous en ont fait connaître la structure microscopique.

§ 2. **Disposition générale des circonvolutions.**

Si on examine un cerveau humain dépouillé de ses enveloppes, on verra que sa surface est grisâtre, comme cendrée, sillonnée par une infinité de replis de dimensions variables, en apparence irréguliers, limitant des saillies, des élevures qui sont les circonvolutions cérébrales[1]. Chaque circonvolution forme ainsi une masse oblongue, à angles mousses et arrondis, qui se confond à son origine et à son extrémité avec d'autres circonvolutions, sans qu'on puisse indiquer autrement que par une ligne schématique le point précis où elle finit et le point où elle commence. Elle est adossée à une ou plusieurs circonvolutions voisines, et le sillon qui l'en sépare, vide quand la pie-mère et l'arachnoïde ont été enlevées, est occupé par des vaisseaux tant que les enveloppes du cerveau sont intactes. La face qui touche la circonvolution voisine est renflée. Par suite de l'adossement des parties, le sillon se trouve divisé en deux étages : l'étage supérieur pour les veines, l'étage inférieur pour les artères.

On peut en quelque sorte considérer toute cette écorce

1. Gratiolet a proposé de remplacer ce mot incommode et inexact (au moins pour les mammifères inférieurs) par le mot de pli. Mais l'usage n'a pas consacré cette expression. Peut-être, avec M. Broca, pourrait-on les appeler *volutions*.

grise, tantôt saillante en forme de circonvolution, tantôt déprimée en forme de sillon ou de scissure, comme la continuation d'une seule et même couche reployée sur elle-même. C'était l'idée de Gall, idée ingénieuse, très-propre à exprimer, d'une manière schématique et facile à retenir, la constitution de l'enveloppe cérébrale extérieure.

L'ensemble de la substance grise et de la substance blanche qui constituent les circonvolutions, forme une masse corticale, dite quelquefois circonvolutionnaire, qu'il faut, avec Burdach et M. Broca[1], appeler *palleum*, ou *manteau*. Le reste de l'hémisphère cérébral constitue le *corps* du cerveau.

Les circonvolutions ainsi constituées sont séparées les unes des autres par des dépressions plus ou moins profondes. Selon la profondeur, selon l'importance morphologique de ces sillons, on leur a donné différents noms, et on les a appelés scissures, sillons, fossettes[2].

Un point sur lequel il faut insister, c'est qu'aucune de ces scissures, aucun de ces sillons ne poursuit sa route jusqu'au bout, de manière à séparer complétement deux circonvolutions voisines, en sorte que la continuité des circonvolutions n'est jamais interrompue. Pour me servir d'une comparaison vulgaire, je dirais que l'ensemble des circonvolutions cérébrales représente une chaîne de montagnes qu'aucune vallée ne vient traverser de part en part, de manière à limiter des pics ou des plateaux isolés. Sur aucun point du cerveau on ne voit deux sillons transversaux parallèles coupant deux sillons lon-

1. *Revue d'anthropologie*, 1878, p. 197.

2. Voy. l'article Circonvolutions (Pozzi), *Dict. encyclopédique des sciences méd.*, p. 342.

gitudinaux parallèles. En somme tous les sillons sont incomplets, insuffisants pour ainsi dire, comme s'ils ne pouvaient atteindre l'extrémité de la circonvolution qu'ils entament. Cela a peut être quelque importance au point de vue fonctionnel.

La détermination exacte du mot circonvolution est donnée ainsi par M. Broca[1] : « Le mot circonvolution, qu'on pouvait employer autrefois pour désigner une partie quelconque de la surface plissée de l'hémisphère, a aujourd'hui une acception déterminée : il s'applique aux subdivisions des lobes, et si, dans certains cas, un lobe peut n'être formé que d'une seule circonvolution, jamais du moins une circonvolution ne peut s'étendre au delà des limites de son lobe, encore bien qu'elle puisse se continuer plus ou moins directement avec l'une des circonvolutions d'un lobe voisin[1]. »

A des sillons de différente importance répondent des circonvolutions d'importance inégale aussi. Aux sillons peu marqués et aux fossettes répondent des circonvolutions à peine ébauchées, auxquelles on peut avec Pozzi réserver le nom de plis. Mais quels que soient les degrés d'importance de ces saillies et dépressions inégales, la structure est toujours la même, et, par conséquent, une description générale peut s'appliquer à toutes ces formes d'un même organe.

En certaines parties du cerveau l'écorce périphérique se replie sur elle-même, s'invagine pour former une circonvolution renversée (circonvolution de l'hippocampe), mais là encore la structure est identique, et on retrouve la même disposition originelle.

1. *Anatomie comparée des circonvolutions cérébrales.* — *Revue d'anthropologie*, 1878, p. 391.

Un point qu'il importe de noter, sans que nous puissions le développer ici comme il le conviendrait, c'est que les circonvolutions ne sont pas symétriques, au moins chez la plupart des individus.

§ 3. Éléments figurés des circonvolutions.

Ainsi que l'avaient bien vu les anatomistes du dernier siècle, toute circonvolution est formée d'une partie périphérique grise qui se moule exactement sur la partie centrale blanche; chacune de ces parties reçoit des vaisseaux. Nous avons donc à étudier :

1. La couche grise, l'écorce de la circonvolution.
2. La couche blanche qui forme son axe.
3. Les vaisseaux qui se distribuent à ces deux couches.

La couche grise corticale n'est pas à probablement parler une couche homogène. Ainsi que nous l'avons vu plus haut, pour M. Baillarger [1], il y aurait six couches dans l'écorce cérébrale; ces couches seraient ainsi disposées, de la superficie vers la profondeur :

1. Couche blanche.
2. Couche grise.
3. Couche blanche.
4. Couche grise.
5. Couche blanche.
6. Couche grise.

Souvent les quatre couches inférieures (internes) sont confondues en une seule, rouge-jaunâtre, que quelques auteurs décrivent comme une couche particulière [2]. Pour Meynert il y aurait cinq couches [3].

1. *Loc. cit. et comptes rendus de l'Ac. des sciences.*
2. Voy. Kölliker. *Élém. d'histol.*, trad. franç., p. 397.
3. *Journ. de l'anat.*, 1874, t. X, p. 100. — Pouchet, *Traité d'hist.*, p. 307.

Mathias Duval[1] admet cinq à six couches, selon qu'on réunit ou qu'on sépare la cinquième et la sixième couches. Lewis[2] semble aussi, chez l'homme, admettre cinq couches[3].

Toutes ces couches de substance grise contiennent quatre variétés d'éléments figurés : cellules pyramidales, cellules géantes, cellules fusiformes et myélocytes.

1° *Cellules pyramidales.* Les cellules pyramidales sont les plus nombreuses. Elles sont généralement petites, plus difficiles à découvrir que dans les couches homologues du cervelet. Elles sont pourvues de plusieurs prolongements ramifiés, pâles, fins. On peut distinguer des prolongements de trois sortes[4].

a. L'extrémité pointue de l'élément, tournée vers la périphérie, se continue par un filet grêle qui se recourbe en arrière[5] (prolongement pyramidal de Meynert).

b. Latéralement la cellule donne de tous côtés des prolongements perpendiculaires ou obliques à son axe.

c. A la base de la cellule est un prolongement qui serait analogue au prolongement de Deiters (prolongement basal de Meynert).

Ces cellules se présentent en général sous la forme de pyramides ou de triangles dont la base repose sur la substance blanche et dont la pointe regarde la périphérie : ces

1. Art. Nerveux (Système) du *Dict. de méd. et de chirurgie pratiques*, p. 480.

2. *On the comparative structure of the cortex cerebri.* Brain, 1878, p. 82.

3. On trouvera dans Henle, *Handbuch der nervenlehre*, 1871, p. 277, la bibliographie complète de toutes les opinions émises sur le nombre des couches corticales.

4. Pouchet et Tourneux. *Traité d'histol.*, p. 307. — Meynert, *Stricker's Handbuch*, I, p. 708.

5. Cette opinion a été admise par Arndt (*Arch. für microscop. Anat.*, 1874) contrairement à ce que pensait Bützke (*Archiv für Psychiatrie*, 1872, t. III, p. 300).

deux prolongements cellulaires ont été très-bien repré-

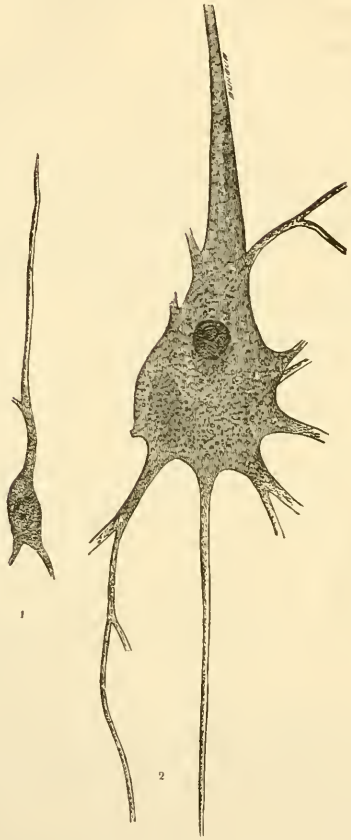


Fig. 1 (d'après Mierzejewski). Cellule pyramidale du lobe occipital médian (cellule solitaire de Meynert). — Fig. 2. Cellule géante normale du lobe paracentral. A la partie inférieure prolongement basal ; à la partie supérieure prolongement pyramidal.

sentés à l'état normal par M. Mierzejewski, et nous donnons ici ses deux figures. Ce prolongement basal se voit difficilement chez l'homme, mais ce n'est pas une raison pour le révoquer en doute, comme Arndt[1] l'a essayé inutilement.

Naturellement il est très-difficile de suivre la terminaison de ces prolongements, et il ne faut probablement ajouter qu'une médiocre confiance aux recherches de Golgi[2]. Golgi a cru voir le prolongement basal des cellules pyramidales se porter en arrière, puis, après un court trajet, se diviser et donner des rameaux latéraux qui, se recourbant, se portent ensuite à la périphérie du cerveau. D'autres prolongements vont se mettre en rapport avec les cellules conjonctives (myélocytes). Les anastomoses de ces différentes parties ont été d'abord figurées par M. Luys, puis par Besser[3] et Arndt. D'après Koschewnikoff, le prolongement basal pourrait être suivi jusque dans la substance blanche, où, s'entourant de myéline, il formerait le cylindre axe d'une fibre nerveuse[4].

Pour Boll[5], la forme de ces cellules qui paraissent toujours pyramidales, est le résultat de la préparation : Traitées par l'acide osmique, qui les surprend et les fixe vivantes, ces cellules sont circulaires.

Elles sont souvent remplies de granulations pigmentaires. Suivant Luys[6], elles offriraient sur des cerveaux frais et bien portants une coloration jaune-

1. Arndt. *Studien ueber die Architechtonik der Grosshirnrinde. Max Schulze's Archiv.* 1874.

2. *Sulla struttura della sostansa grigia del cervello. Communic. preventiva. Gaz. med. ital. Lomb : ser.* 6, t. VI.

3. *Eine Anastomose für den Centralen Ganglienzellen Wirchow's Archiv.* Bd. 36.

4. Koschewnikoff. *Arch. de Schültze*, 1869. p. 332 et 375.

5. *Archiv. für Psychiatrie*, 1873.

6. *Le cerveau.* 1876, p. 14.

ambrée, et seraient pourvues d'un noyau brillant avec un nucléole.

Il semble même que l'on puisse pénétrer plus avant dans la structure intime de la cellule. Sans discuter cette question si intéressante d'histologie, nous dirons que d'après les recherches de Harless, Wagner, Flemming, Stark, etc., la cellule nerveuse a une structure très-compliquée. Mais en général cette structure intime des

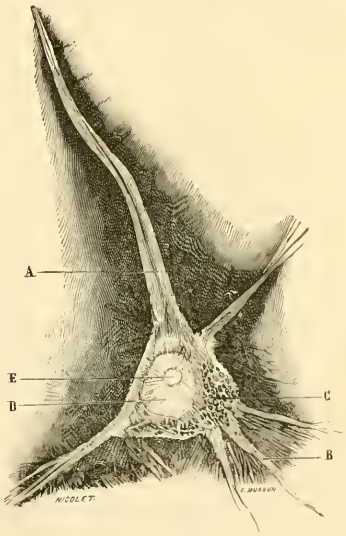


Fig. 3 d'après M. Luys. — Cellule corticale des zones profondes à environ 800 diamètres. La cellule est sectionnée suivant son grand axe ; on voit sa texture intérieure.

A, représente le prolongement supérieur irradié de la masse même du noyau. — B, prolongements latéraux et postérieur. — C, substance aréolaire spongieuse en laquelle se résout le stroma même de ces cellules — D, le noyau semble n'être qu'une épaisseur même de ce stroma aréolaire ; il affecte quelquefois une disposition radiée. — E, le nucléole brillant est lui-même décomposable en filaments secondaires.

cellules nerveuses a été surtout étudiée sur la moelle (cornes antérieures gigantesques de la moelle épinière

du bœuf), et peu d'observateurs ont vu le reticulum nucléaire des cellules de l'écorce cérébrale. Cependant Luys a bien décrit ces cellules, et voici la planche qu'il en donne. (Fig. 3). Pour ce savant anatomiste, le corps cellulaire est formé d'un véritable reticulum organisé. Ce reticulum est constitué par des fibrilles qui, disposées comme les treillis d'un panier de jonc, se portent en convergeant vers le noyau de la cellule.

Les cellules pyramidales sont les unes, petites : 10 μ, les autres, moyennes : 22 μ. On peut approximativement, d'après M. Luys, qui a été le premier à les bien décrire, évaluer leur nombre à 110 par millimètre carré, chiffre considérable relativement à la surface du cerveau et au petit nombre des cellules médullaires. Il y a donc beaucoup plus de cellules dans le cerveau que dans la moelle.

Enfin il semble que les prolongements protoplasmiques de toutes ces cellules s'anastomosent de manière à former un réseau nerveux très-fin, analogue au réseau nerveux qu'on a étudié dans les cornes de la moelle (Gerlach et Boll).

Pour Bützke, le caractère distinctif des cellules nerveuses de l'écorce cérébrale serait la striation longitudinale, aussi bien sur le corps cellulaire que sur ses prolongements. Cette striation caractériserait la cellule nerveuse comme la striation transversale, la fibre musculaire.

2° *Cellules géantes.* Il est une autre variété de cellules, spéciales à certaines régions, qui sont remarquables par leurs grandes dimensions. Ces cellules, bien décrites par Betz [1], ont été appelées par cet auteur cellules géantes [2]. Leur diamètre paraît aller jusqu'à 50 μ.

1. *Anatomischer Nacawcis Zweier Genirn-Centra.*— Centralblatt. -- 1874, n°s 37 et 38.

2. Mierzejewski (*Arch. de physiol.*, 1875, p. 226) les aurait peut-être vues

Selon Mierzejewski, elles contiennent toujours des amas de pigment jaune-brun [1]. Tout porte à croire qu'elles sont très-analogues aux cellules pyramidales, dont elles ne diffèrent que par un volume beaucoup plus considérable.

3° *Myélocytes.* Les myélocytes sont abondants surtout dans les dernières couches de l'écorce cérébrale. Ils doivent être regardés non comme des cellules, mais des noyaux de cellules, le corps cellulaire qui les entoure étant très-réduit, et exigeant, pour être vu, des préparations spéciales. On sait que l'on n'est pas d'accord sur la nature de ces petits éléments, quoique aujourd'hui on semble pencher vers l'opinion qui en fait des cellules nerveuses embryonnaires.

Pour Bützke [2], il n'y aurait pas seulement des myélocytes, mais encore toute la série des éléments intermédiaires entre le myélocyte et la cellule conjonctive vraie. Ici on voit un peu trop que l'observation a été guidée par le besoin de justifier une théorie.

Il est possible aussi qu'il y ait dans la couche grise des circonvolutions toutes les transitions entre les cellules (dont les noyaux sont les myélocytes) et les cellules nerveuses proprement dites. Peut-être faudrait-il regarder comme l'élément de transition entre le myélocyte et la cellule nerveuse, ces cellules irrégulières, globuleuses, non pyramidales, décrites par Meynert, et ressemblant, paraît-il, aux éléments de la couche granuleuse rétinienne ? Tout cela est encore très-obscur.

4° *Cellules fusiformes.* Cette variété a été décrite

un an avant Betz, mais la détermination de leur topographie appartient sans contredit à Betz.

1. *Loc. cit.*, p. 228.
2. *Loc. cit.*, p. 589.

par Meynert après Berlin[1] : ce sont des cellules fusiformes (Spindleförmige), le plus souvent bipolaires, avec un prolongement dirigé vers la surface des circonvolutions, tandis que l'autre prolongement est tourné du côté central. D'après Lewis, on les rencontre dans toutes les régions de l'encéphale, et toujours dans la dernière couche qu'elles servent à caractériser. Elles sont aussi très-abondantes dans l'avant-mur, ainsi que nous le dirons plus tard.

Entre toutes ces cellules, fusiformes, pyramidales géantes, existe une matière amorphe ou finement granuleuse, plus ou moins abondante, bien décrite par M. Robin.

Cette matière amorphe est par la plupart des auteurs allemands regardée comme étant de nature conjonctive : ici encore, comme pour les myélocytes, de longs dissentiments se sont établis entre les anatomistes; mais cette discussion nous entraînerait trop loin et hors de notre sujet.

Pour achever la mention de tous les éléments qui se trouvent dans la substance grise des circonvolutions, nous devons signaler d'abord les prolongements fibrillaires très-fins des cellules nerveuses; et ensuite les vaisseaux entourés d'une gaîne lymphatique.

Ainsi en résumé nous avons:

1° les cellules pyramidales ;

2° les cellules géantes;

3° les myélocytes;

4° les cellules fusiformes ;

5° la matière amorphe,

1. Berlin. *Beiträge zur Structurlehre der Grosshirnwindungen.* Erlangen, 1858.

6° les prolongements fibrillaires nerveux;
7° les vaisseaux avec leur gaîne lymphatique.

§ 4. **Structure des circonvolutions en général.**

Examinons maintenant l'agencement de ces divers éléments et la disposition des couches concentriques. Nous emprunterons surtout aux travaux de Meynert[1] et de Lewis[1].

Comme Meynert, nous décrirons le type général des circonvolutions; nous verrons ensuite ce qui est relatif à la structure spéciale de telle ou telle circonvolution.

A. *Première couche* (*limitante externe*). La première couche est formée, là surtout, par la substance amorphe. Elle est constituée presque exclusivement par cet élément, et ne contient pas ou presque pas de cellules nerveuses. A l'œil nu elle paraît blanche, comme déjà Baillarger l'avait reconnu il y a longtemps. Kölliker la décrit et la figure[3] comme étant surtout constituée par des tubes très-fins qui s'entrecroisent dans tous les sens. Ce sont ces fibres, que Valentin, aux débuts des recherches micrographiques, avait décrites sous la forme d'anses terminales; et, en effet, d'après Kölliker tel serait en effet leur aspect. Ajoutons que cette couche contient peu de vaisseaux; ou du moins que les artérioles partant de la pie mère pour se rendre

1. *Der Bau der Grosshirnrinde und seine œrtlichen Verschiedenheiten*, *Wien. Med. Jahrb.* 1869. — *Journ. de l'anat.*, t. VIII, 1872, p. 106; t. X, 1874, p. 98. — *Stricker's Handbuch für Gewebelehre*, t. 1, p. 694 et suiv. — On trouvera un excellent résumé des dernières recherches micrographiques dans l'ouvrage de M. Charcot, *Leçons sur les localisations*, 1876, p. 20 et suiv.

2. *On the comparative Structure of the Cortex cerebri. Journ. Brain*, 1878, 1, p. 79.

3. *Elém. d'histol.*, trad. franç., 1872, p. 399, fig. 206.

à l'écorce cérébrale ne font que la traverser. Cela a été bien vu par Duret [1]. C'est d'ailleurs une loi générale dans la structure du système nerveux, que les parties les plus riches en cellules sont aussi les plus vasculaires. La figure qu'en a donnée M. Luys [2] est très-exacte.

Quant à la nature même de cette couche, Meynert, Kölliker, la regardent comme conjonctive; mais nous savons que cette opinion n'est pas générale, et que Henle, Wagner, Stilling et M. Robin regardent cette couche comme étant véritablement nerveuse.

Son épaisseur chez les différents animaux serait, d'après Meynert, relativement à la couche corticale tout entière, de 1/8 pour l'homme, de 1/7 pour le singe, 1/6 pour le chien, 1/5 pour le chat, 1/4 pour la chauve souris, 1/3 pour le veau. D'après M. Lewis [3], sur le mouton son épaisseur serait d'environ $0^{mm},55$: l'épaisseur totale étant d'environ 3 millimètres : soit 1/5 environ.

Pour ce même auteur la couche la plus externe des circonvolutions aurait chez l'homme 250 à 340 millièmes de millimètre, et serait seulement la quinzième ou seizième partie de toute l'écorce périphérique. On voit que ce chiffre diffère notablement de celui que Meynert a indiqué.

Selon Lewis, il y aurait immédiatement sous la pie-mère des cellules analogues aux cellules de Deiters,

1. *Arch. de physiol.*, t. VI, pl. 6, fig. 2 et 3

2. *Le cerveau*, p. 12, fig. 1 : cette figure est tout à fait conforme aux belles épreuves photographiques que M. Luys m'a fait l'honneur de me montrer.

3. *Loc. cit.*, p. 92. — Voyez les excellentes planches qu'il donne de la structure des circonvolutions de l'homme (plate 1), du chat (plate 2), du mouton (plate 3).

adhérentes aux vaisseaux, et disposées autour de ces derniers et de la pie-mère, de telle sorte qu'en enlevant la membrane vasculaire de l'encéphale, on enlève en même temps la première couche de l'écorce grise. Il a vu cela chez l'homme et le mouton; Major a constaté enfin quelque chose d'analogue sur le babouin[1].

De même encore pour Boll et quelques auteurs (Gerlach., Golgi), la couche limitante est composée surtout de cellules araignées dites aussi cellules de Deiters.

B. *Seconde couche* (*pyramidale compacte*). La seconde couche est formée presque uniquement de petites cellules pyramidales très-nombreuses, serrées les unes contre les autres. Ces cellules auraient de 13 à 9 μ pour Lewis. Elles sont un peu plus grosses que les cellules de la couche superficielle. Il y a peu de matière amorphe[2].

En général cette couche est mince. D'après les tableaux schématiques que Lewis en a donnés, elle est la plus étroite de toutes les couches de l'écorce grise. De plus son épaisseur paraît être assez constante, tant dans les diverses régions de l'encéphale, que chez les divers animaux. Pour Luys elle serait la zone du sensorium commune; mais cette opinion est encore une hypothèse.

C. *Troisième couche* (*ammonique*). La troisième couche est constituée aussi par des cellules pyramidales; mais plus volumineuses que les précédentes : certaines d'entre elles ont jusqu'à 51 μ de diamètre. (Lewis.) Quelques

1. *Observations on the Brain of the Chacma Baboon.—Journ. of mental science*, January, 1876, p. 498. Voy. la planche I.

2. Cette couche a été bien représentée par M. Duval. art. Nerfs, du *Dict. de méd. et de chir. prat.*, p. 480, fig. 74.

Fig. 4 (d'après Meynert). — Coupe de la troisième circonvolution frontale de l'homme.

1. Couche superficielle pauvre en éléments nerveux.
2. Couche à petites cellules pyramidales.
3. Couche à grosses cellules pyramidales.
4. Couche à cellules globuleuses.
5. Couche à cellules fusiformes. Gross., 500 diamètres.

auteurs en ont fait deux couches distinctes, et, de fait, les cellules les plus volumineuses semblent prédominer dans la portion interne de cette couche. Meynert pense que les cellules sont plutôt fusiformes que pyramidales, et il propose d'appeler cette couche formation de la corne d'Ammon, vu que ce sont les seuls éléments cellulaires qu'on trouve dans la corne d'Ammon. Outre les cellules, on trouve encore dans cette troisième couche des faisceaux de fibres médullaires qui s'enfoncent perpendiculairement à la surface de l'écorce grise, et forment dans l'intervalle des groupes de cellules pyramidales, des sortes de colonnes, disposition qu'on voit bien dans les planches de M. Luys et de Meynert.

Il faut noter que cette couche est épaisse : plus épaisse à elle seule que les deux premières. Elle diffère notablement d'aspect selon les régions du cerveau qu'on envisage, ce qui tient surtout à la présence des cellules géantes de Betz, qu'on ne trouve que dans la partie motrice de l'écorce corticale [1].

D. *Quatrième couche (granuleuse)*. La quatrième couche est constituée surtout par des myélocytes qui se rangent régulièrement à côté les uns des autres : la disposition générale de cette couche permet de la comparer à la couche granuleuse de la rétine, assimilation intéressante sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir.

E. *Cinquième et sixième couche (claustrale)*. La cinquième et dernière couche paraît être la plus importante de toutes les zones concentriques qui forment la partie grise des circonvolutions. Elle présente une coloration rouge-jaunâtre (Kölliker), due à des cellules pigmentaires, très-abondantes chez les personnes

1. Voy. Charcot, *loc. cit.*, p. 27.

âgées. Elle semble consister en faisceaux et en cellules.

Les faisceaux forment des anses isolées dont la convexité est tournée vers la surface du cerveau. Les fibres qui composent ces faisceaux ont d'abord 2,6 à 6,7 μ de largeur, mais elles finissent dans la partie la plus externe par être extrêmement fines, 0,9 à 1,8 μ de largeur (Köliker).

Quelques auteurs ont vu ces faisceaux se ramifier et se diviser, à la partie tout à fait interne de l'écorce cérébrale, entre la substance blanche et la substance grise[1], mais cela paraît encore assez douteux.

Les cellules sont aussi importantes à étudier. Leur forme est assez caractéristique pour que M. Bevan Lewis appelle couche ganglionnaire cette partie interne de l'écorce grise. Elles sont tantôt étoilées, tantôt pyramidales, tantôt fusiformes (cellules volumineuses de la volition de M. Robin). Les cellules fusiformes abondent surtout à la partie profonde de la cinquième couche, ce qui permet de faire une sixième couche distincte des autres zones plus superficielles. (Meynert.) En général, ces cellules présentent un cylindre axe (prolongement de Deiters, prolongement basal de Meynert) tourné du côté de la substance blanche cérébrale. Meynert pense qu'on n'a pas le droit de les appeler bipolaires, et qu'elles donnent probablement naissance à d'autres prolongements latéraux qui se voient plus difficilement.

Les dimensions de ces cellules fusiformes ou pyramidales sont quelquefois énormes, comme Betz l'a noté. D'après Lewis, les plus larges auraient dans leur plus grand diamètre jusqu'à 126 μ. D'ailleurs les dimen-

1. Hessling et Schaffner, cités par Kölliker, *loc. cit.*, p. 402.

sions varient beaucoup suivant les régions, ainsi que nous le verrons un peu plus loin.

Cette cinquième couche est très-épaisse, à peu près autant que la troisième. D'une manière générale, si on suppose l'écorce corticale épaisse de 3 millimètres, la couche interne aura 1 millimètre, la troisième couche 1 millimètre, les première, deuxième et quatrième, ensemble, 1 millimètre. — Naturellement cette donnée n'est qu'approximative, mais elle traduit assez fidèlement ce que j'ai constaté sur diverses préparations, et ce qu'on voit dans les planches dressées par les auteurs.

Pour le nom à donner à cette dernière couche, comme Meynert la compare à l'avant-mur, et comme Vicq d'Azyr, qui a le premier bien étudié l'avant-mur, appelait cette dernière formation *claustrum*, je proposerais d'appeler la dernière couche corticale, couche claustrale, terme qui a l'avantage de rappeler la découverte de Vicq d'Azyr, et de ne rien préjuger quant à sa fonction.

En résumé, pour donner une dénomination et une classification de ces diverses couches, nous avons les cinq couches suivantes :

1° Couche limitante externe;
2° Couche pyramidale compacte;
3° Couche ammonique;
4° Couche granuleuse;
5° Couches claustrales superficielle et profonde [1].

L'ensemble des couches grises de l'écorce du cerveau présente une certaine épaisseur que les médecins alié-

1. Il ne faut pas que ces dénominations spéciales fassent supposer que les couches nerveuses de l'écorce grise sont limitées avec une pareille netteté. — La limitation des couches est assez artificielle, et varie quelque peu à la volonté de l'observateur, comme aussi d'après le procédé suivi pour faire la préparation. (Luys.)

nistes ont souvent étudiée, cherchant à trouver un rapport entre ses dimensions et l'état mental de leurs malades. Ils ne sont arrivés qu'à des résultats insuffisants. On suppose cependant que la grande épaisseur de la couche grise se rencontre plus spécialement sur les cerveaux d'hommes intelligents. H. Major, à l'aide d'un instrument assez ingénieux (Téphrylomètre), a constaté : 1°, que l'épaisseur de la substance grise dans le même cerveau variait considérablement selon les circonvolutions ; 2° que ces variations d'épaisseur n'étaient pas homologues dans les différents cerveaux. Malheureusement ses recherches portent surtout sur des cerveaux d'aliénés et ne peuvent guère servir à élucider cette question bien intéressante d'anatomie normale[1].

Ce sont ces dénominations que nous emploierons dorénavant; elles ont l'avantage d'éviter les répétitions fatigantes et de faciliter la description.

§ 5. Structure de quelques circonvolutions en particulier.

Nous étudierons d'abord les diverses zones, motrices ou sensitives, de l'écorce cérébrale, et en second lieu les circonvolutions spéciales (lobule de l'insula, de l'hippocampe, bulbe olfactif, etc.). La différence entre la structure anatomique des zones motrices et sensitives avait échappé à Meynert, et ce n'est que postérieurement, guidés par la physiologie et la pathologie, que les anatomistes ont pu trouver des dissemblances entre ces deux régions.

Un point important, bien mis en lumière par Lewis,

1. H. Major, *A new method of determining the grey matter of convolutions. Lunatic asylum Reports*, 1872, p. 67.

c'est qu'il n'y a pas de différence *abrupte* entre les formes des unes et des autres, c'est-à-dire que de la zone motrice à la zone sensitive, le passage se fait graduellement, et qu'il y a en quelque sorte une zone de transition intermédiaire aux deux autres.

Étudions d'abord le type du lobule paracentral, tel qu'il a été étudié par Betz. Ainsi que l'indique d'ailleurs la morphologie, au point de vue fonctionnel, on peut assimiler le lobule paracentral aux deux circonvolutions marginales de la scissure de Rolando.

Le lobule paracentral et les deux circonvolutions rolandiques sont caractérisées par la présence des cellules pyramidales gigantesques de Betz. Ces cellules, décrites plus haut[1], se retrouvent dans toutes les parties considérées comme centres moteurs. Ainsi que le fait remarquer M. Charcot[2], le fait est d'autant plus intéressant que c'est dans tous les points de l'écorce cérébrale motrice qu'on les trouve, quelles que soient les différences morphologiques des circonvolutions. Chez le chien elles sont autour du sillon crucial.

Or on sait depuis longtemps que dans la moelle les cellules motrices sont très-volumineuses, tandis que dans les régions sensitives les cellules sont petites ou moyennes. Il y a donc un rapport, indiqué par l'anatomie comme par la physiologie, entre la dimension des cellules et leur fonction. Là où il y a des centres moteurs, il y a de grandes cellules, aussi bien dans l'écorce grise du cerveau que dans le névraxe médullaire.

A ces données, M. Pierret[3] a ajouté ce fait intéressant que la dimension des cellules nerveuses n'est pas seule-

1. Voyez page 10, figure I.
2. *Loc. cit.*, p. 29.
3. *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1878, I, p. 1423.

ment en raison de leur fonction, mais qu'elle est aussi en rapport avec les distances que doivent parcourir les incitations motrices qui en partent : cela paraît prouvé pour la moelle : peut-être arrivera-t-on à une démonstration analogue pour le cerveau.

Les grandes cellules motrices se trouvent réparties dans la zone ammonique et surtout dans la zone claustrale. Lewis, qui a étudié leur distribution avec beaucoup de détails, donne, au point de vue de la mensuration, les chiffres suivants :

		COUCHE CLAUSTRALE	COUCHE AMMONIQUE.
Chez l'homme. .	Frontale ascendante. .	126 μ/55 μ [1]	41 μ/23 μ
	Pariétale ascendante. .	88 μ/41 μ	51 μ/32 μ
Chez le chat. . .	Gyrus sigmoïde	106 μ/32 μ	23 μ/13 μ
Chez le mouton.	Gyrus sigmoïde	65 μ/23 μ	18 μ/10 μ

Pour plus de détails sur cette question, nous renvoyons au mémoire de l'auteur.

Les cellules motrices semblent former des groupes, des zones bien limitées, ayant leur situation constante et déterminée en certains points de l'écorce cérébrale, et chaque groupe paraît divisé en une série de groupes secondaires qui sont les *nids* décrits par Betz.

Les couches, autres que les couches à grandes cellules, n'ont pas dans la zone motrice de dispositions caractéristiques, ou du moins les détails que donnent certains auteurs sont trop accessoires ou trop peu positifs pour être mentionnés. J'en dirai autant des différences entre les régions supérieures et inférieures d'une même circonvolution [2].

1. Ces deux chiffres indiquent le grand et le petit diamètre des plus grandes cellules.
2. Voy. les tableaux de Lewis.

Quant aux types de transition entre la zone motrice et la zone sensitive, on peut constater qu'il n'y a pas de passage brusque, et que les cellules, plus grandes que dans les lobes occipitaux, sont plus petites que dans les circonvolutions placées en avant de la scissure de Rolando. On peut, jusqu'à un certain point, considérer la circonvolution pariétale ascendante comme la zone de transition. Les cellules de cette circonvolution chez l'homme ont

En haut.	88 μ/41 μ
Au centre.	55 μ/32 μ
En bas.	41 μ/24 μ

C'est ainsi que l'opinion de Betz peut se rattacher à l'opinion de Lewis. Pour Betz, il y aurait deux régions fondamentales séparées par le sillon de Rolando. En avant sont les circonvolutions à grandes cellules, en arrière les circonvolutions à petites cellules. Or, la physiologie ne confirme pas cette distinction, parce que la pariétale ascendante, en arrière du sillon de Rolando, appartient bien manifestement à la région motrice. On peut cependant admettre avec Lewis que la pariétale ascendante représente une zone de transition.

Type occipital. Les circonvolutions sensitives (?) comprennent : 1° le cuneus; 2° la moitié postérieure des lobules lingual et fusiforme; 3° le lobe occipital; 4° les deux premières circonvolutions sphénoïdales et le pli de passage[1].

Toutes ces circonvolutions semblent avoir une structure différente de la structure des parties antérieures.

Déjà Vicq d'Azyr avait vu une bande blanche (ruban de Vicq d'Azyr) interposée entre deux lames grises;

1. Charcot, *loc. cit.*, p. 29.

l'ensemble constituant l'écorce grise des circonvolutures postérieures.

Cette observation exacte a été confirmée et complétée par les recherches modernes. On a vu la couche ammonique remplacée par deux couches de myélocytes interposées aux cellules nerveuses devenues plus rares, et relativement assez volumineuses. En somme on peut considérer autrement cette modification morphologique de la couche ammonique en admettant qu'elle a disparu et qu'elle est remplacée par l'extension de la couche granuleuse sous-jacente, divisée alors en trois zones secondaires, d'où l'existence de huit couches.

Clarke [1] avait pris cette structure des circonvolutions occipitales comme point de départ de ses descriptions de l'écorce cérébrale : il distingue aussi les deux zones granuleuses, mais il ne fait pas de différence entre les cellules fusiformes et les cellules à noyaux.

Pour Meynert [1], ces deux couches granuleuses renferment de place en place des cellules qu'il a appelées cellules solitaires, qu'il regardait comme très-volumineuses, mais qui ne sont pas cependant aussi grosses que les cellules des régions motrices. Il est probable qu'elles appartiennent au type pyramidal.

Comparons maintenant cette structure des circonvolutions postérieures sensitives avec la structure de la rétine, expansion sensitive, et presque circonvolution de l'encéphale chez l'embryon. Par suite du reploiement de la cloche rétinienne et de l'atrophie de la lame postérieure qui formera seulement la couche pigmentaire de la rétine, la lame antérieure est devenue l'homo-

1. Clarke. *Procedings of the royal Society. London*, 1863.

logue de la couche superficielle de l'encéphale, en sorte que les parties les plus superficielles des circonvolutions sont représentées morphologiquement par les couches les plus profondes de la rétine, celles qui sont en contact avec le corps vitré.

Nous pourrons donc établir une sorte de parallèle entre ces diverses parties et les grouper de la manière suivante, naturellement assez artificielle.

RÉTINE.	CIRCONVOLUTIONS OCCIPITALES.
Limitante interne.	Couche limitante.
Couche de fibres nerveuses.	Représentée par les fibres en anse de Valentin et Kölliker.
Couche de cellules nerveuses.	Couche pyramidale.
Couche à myélocytes.	Couche granuleuse externe qui remplace la couche ammonique.
Couche intermédiaire.	
Couche à myélocytes.	Couche granuleuse interne.
Limitante externe.—N'existe dans la rétine que comme un trait optique.	
Membrane de Jacob.	Couche claustrale.

En somme, par sa structure, par son développement, par ses fonctions, la rétine peut être regardée comme une expansion de l'écorce cérébrale sensitive.

Telles sont en résumé les principales différences existant entre les parties postérieures et les parties antérieures, motrices, de la partie corticale du cerveau. Nous pourrions les résumer en deux propositions.

A. Les régions motrices possèdent des cellules géantes, localisées dans la couche ammonique, et surtout dans la couche claustrale.

B. Dans les régions postérieures la couche ammonique est remplacée par une couche granuleuse à noyaux.

Examinons maintenant la disposition de certaines circonvolutions particulières. Il y a, d'après Meynert, trois types distincts; les types : 1° de la scissure de Sylvius et de l'insula de Reil; 2° de la corne d'Ammon; 3° du bulbe olfactif.

Type de la scissure de Sylvius. Les circonvolutions qui avoisinent la scissure de Sylvius ne sont remarquables que par le développement des cellules fusiformes qui forment une couche claustrale profonde, mieux limitée en ce point que partout ailleurs.

Ici se place une question de morphologie importante, malgré son obscurité, peut-être même à cause de son obscurité. La couche de substance grise étendue comme une bandelette entre le noyau lenticulaire du corps strié et l'écorce grise de l'insula, c'est-à-dire l'avant-mur de Meynert, a été considérée comme représentant une partie de l'écorce cérébrale, la couche claustrale des trois circonvolutions de l'insula. Il paraît que sur les cerveaux d'idiots la lame blanche qui sépare les circonvolutions insulaires de l'avant-mur a complétement disparu, en sorte que l'avant-mur est devenu réellement la couche la plus interne de l'écorce du cerveau (Betz). Or, d'après Meynert, la structure de cet avant-mur est absolument celle de la couche claustrale : on y trouve des cellules fusiformes serrées les unes contre les autres; structure bien différente des noyaux gris du corps strié et de la couche optique. Pour nous servir des expressions de Meynert, cette formation appartient non aux centres ganglionnaires du cerveau, mais au système d'*association* qui constitue toujours la couche interne, claustrale, de l'écorce des circonvolutions.

Il est inutile de rappeler ici la disposition des centres ganglionnaires relativement à l'avant-mur. On sait que

la capsule externe, placée en dehors du noyau lenticulaire du corps strié, se trouve, par le fait de l'existence de la bande grise qui est l'avant-mur, divisée en deux parties, l'une, externe, appartenant au système cortical ; l'autre, profonde, appartenant au système central. D'ailleurs, au point de vue de la circulation, l'avant-mur appartient à la circulation des circonvolutions de l'insula et non du corps strié [1].

J'ajouterai que cette interprétation n'est pas admise par tous les auteurs. Pour M. Luys en particulier, l'avant-mur est une dépendance du corps strié. En somme ce point intéressant exigerait de nouvelles recherches. Mais je ne crois pas que la solution en appartienne à l'anatomie proprement dite. C'est à la physiologie et à l'anatomie pathologique à éclaircir la question.

Quelques auteurs anglais ont étudié la structure particulière des circonvolutions de l'insula, en particulier Broadbent [2] et H. Major [3]. Ce dernier est arrivé à cette conclusion qu'il n'y a pas de différence fondamentale entre les couches de l'insula et celles du vertex. Il a mesuré les cellules de l'insula et a donné les chiffres suivants pour les diverses couches :

		mm		mm
1.	Couche limitante, celllules de.	0,008	à	0,012
2.	Couche pyramidale —	0,012	à	0,02
3.	Couche ammonique —	0,020	à	0,028
4.	Couche granuleuse —	0,012	à	0,024
5.	Couche claustrale supérieure, cellules de.	0,020	à	0,024
6.	— profonde —	0,016	à	0,02

En général cette dernière couche est composée de

1. Duret, *Rech. anat. sur la circulation de l'encéphale. Arch. de physiol.*, 1874, p. 79.

2. *The structure of the cerebral Hemisphere* (cité par Major).

3. *The histology of the Island of Reil — West Riding Lunatic Asylum Medical Reports* t. VI, 1876, p. 1 et suiv.

cellules fusiformes. Quant à la couche ammonique, c'est la seule circonvolution de l'insula qui soit un peu différente de la couche ammonique des autres circonvolutions. Les cellules qu'elle contient sont plus petites que dans les régions frontales, ce qui enlève peut-être à l'insula le rôle de centre moteur [1].

Type de l'hippocampe. L'étude de la corne d'Ammon et du lobule de l'hippocampe doit être faite non-seulement au point de vue microscopique, mais encore au point de vue morphologique ; car il est intéressant de montrer par quelles modifications la nature fait passer une circonvolution normale, pour en faire une circonvolution aberrante, comme celle de la corne d'Ammon.

Pour bien comprendre la structure de cette région du cerveau, je renvoie aux planches demi-schématiques, placées à la fin de ce travail.

Le meilleur procédé à employer pour bien voir la corne d'Ammon est celui des coupes transversales de M. Luys. Sur un cerveau durci par l'alcool, ou très-frais, on découpe le lobe sphéno-occipital en tranches parallèles, à partir de l'extrémité antérieure, et on peut suivre les modifications de la couche corticale qui devient la corne d'Ammon. C'est le procédé que Vicq d'Azyr avait recommandé il y a longtemps [2].

On voit d'abord la bandelette grise de l'écorce corticale qui s'invagine sur elle-même, et se replie, en même temps que la substance blanche sous-jacente, d'abord très-large, devient peu à peu de plus en plus mince, comme si le ventricule latéral (V) prolongé dans le lobe sphénoïdal allait l'envahissant. Peu à peu cette subs-

1. Une bonne planche est annexée au mémoire de Major.

2. Voy. Sappey, *Anat. descriptive*, t. III, p. 105, et figures 457, 458, 459.

tance blanche devient de plus en plus mince et affecte finalement la forme d'une mince lamelle résistante, paroi du ventricule latéral, qui est la partie superficielle de la corne d'Ammon. Cette lamelle est l'alveus des anatomistes (B). En allant toujours d'avant en arrière, on verra que, du côté interne de ce repli, notre lamelle cérébrale va en s'amincissant, en sorte que, tout à fait en arrière, elle est réduite uniquement à une mince couche de substance blanche, couche qui, par les progrès de l'amincissement, finit par devenir tout à fait libre du côté interne dans le ventricule latéral, et constituer le ruban que les auteurs ont appelé le corps *bordant*.

Ainsi, le lobule de l'hippocampe est d'abord formé par le reploiement de la substance grise, et un vaisseau plus ou moins volumineux est à sa base, émettant des ramuscules qui pénètrent entre les deux lames grises de l'axe circonvolutionnaire ainsi formé. L'existence de ces ramuscules sur des cerveaux de vieillards favorise beaucoup l'observateur.

En suivant ces deux lames, on voit que sur le côté périphérique, devenu central, de l'une d'elles, apparaît une très-légère couche de substance blanche née sur place dans la substance grise elle-même (S). C'est le subiculum décrit par beaucoup d'auteurs[1].

Cette lamelle blanche n'est pas une dépendance de la substance blanche médullaire du cerveau, mais une dépendance de l'écorce grise cérébrale dans laquelle elle prend naissance.

1. On le voit très-bien dans la figure schématique donnée par M. Mathias Duval, article Nerfs du *Dict. de méd. et de chir. pratiques*, p. 474, fig. 72. — Voy. aussi, dans le *Traité d'anat.* de M. Sappey, la figure 459, 2. — Lamelle blanche qui sépare le corps godronné de la circonvolution de l'hippocampe.

Ainsi constitué, le lobule de l'hippocampe serait relativement simple; mais une nouvelle complication vient en rendre la description assez délicate. En effet, cette lamelle grise, entourée par l'alveus du côté interne ou ventriculaire, par le subiculum du côté externe ou périphérique, se reploie sur elle-même en formant un crochet recourbé en forme de crosse d'évêque, qui fait quelquefois un tour complet à la manière de l'hélice d'un limaçon. Il semble que la lame grise accompagnée de ces deux lamelles blanches se reploie comme une lamelle élastique fortement tendue et fixée à un de ses bords. Dans l'épaisseur même de la lamelle grise apparaît une couche de substance blanche très-ténue, que l'on ne peut guère voir qu'à la loupe, et qui semble aller jusqu'à l'extrémité de la lamelle centrale.

Enfin, pour compléter cette description si difficile, nous dirons que la lame grise amincie semble à son extrémité se continuer directement avec cette bandelette rougeâtre, hérissée de petites saillies, qu'on a désignée sous le nom de corps godronné, et qui fait, avec la corne d'Ammon et le corps bordant, saillie dans la cavité latérale du quatrième ventricule. Pour Lélut, cité par M. Sappey, le subiculum contournerait le corps frangé, et irait se confondre avec l'alveus [1].

Tous ces détails sont assez difficiles à comprendre, et je pense qu'on ne pourra les suivre qu'en examinant en même temps la planche placée à la fin de ce travail [2].

1. Cette particularité, figurée par M. Sappey (fig. 459, 1, 2), n'a pas été figurée par M. Mathias Duval.

2. Parmi les atlas que j'ai pu consulter à ce sujet (Tiedeman, Foville, Hirschfeld, Leuret et Gratiolet, Gall et Spurzheim, etc.) il n'y a de planches exactes sur la corne d'Ammon que dans les livres cités plus haut : Sappey, *Anat. descript.*, t. III, et Mathias Duval, art. Nerfs, p. 474. J'ajouterai : *Wundt : Physiologische Psychologie*, p. 82, fig. 34.

Lorsque la description anatomique est si obscure, les détails de structure intime sont toujours bien difficiles à déterminer. C'est à Meynert seulement que nous devons des indications sur la structure de la circonvolution de l'hippocampe, et ces indications sont assez peu satisfaisantes.

Dans la corne d'Ammon existeraient seulement de grandes cellules pyramidales, et la seconde couche ferait défaut. Enfin, il y aurait absence de cellules fusiformes (couche claustraie). Autrement dit, la couche ammonique serait très-développée et existerait seule.

En supposant la corne d'Ammon dépliée, on trouverait sur une coupe : 1° le subiculum avec de très-petites cellules nerveuses (homologue de la couche limitante externe) ; 2° le *stratum lacunosum*, avec un réseau de prolongements pyramidaux (homologue de la couche pyramidale), mais où manquent les cellules pyramidales ; 3° le *stratum radiatum* (homologue de la couche ammonique, partie supérieure) ; 4° les pyramides (homologue aussi de la couche ammonique, partie inférieure) ; 5° l'*alveus* (homologue du système de projection du manteau) [1].

Bulbe olfactif. — A ces variétés de circonvolutions, il convient d'en ajouter une autre, de forme toute spéciale, si spéciale qu'au premier abord on la confond avec un nerf, je veux parler du bulbe olfactif. Le bulbe olfac-

Les planches qu'en donne M. Luys, *Recherches sur le système nerveux*, 1865, atlas, pl. XXI, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, ne sont peut-être pas très-claires. En revanche, dans son atlas photographique, les coupes transversales montrent avec une netteté et une exactitude remarquables (pl. I à XI) la structure du lobule de l'hippocampe. — Je regrette de n'avoir pu consulter le travail de Kupffer, cité avec éloges par Frey : *De structura cornu Ammonis Dorpat*, 1859. — Au point de vue microscopique, il y a une bonne figure dans Meynert (*loc. cit.* fig. 236).

1. On ne comprendra ces détails qu'en suivant le Schema de Meynert, fig. 237, loc. cit.

tif, à vrai dire, est aussi loin d'une circonvolution que d'un tronc nerveux : c'est un organe à part, une sorte de type aberrant qu'on peut cependant, grâce à des études comparatives, ramener par le fait de la morphologie et de l'embryologie au type général de l'écorce grise périphérique [1]. M. Luys l'a comparé avec raison à la rétine.

Sur les embryons, le bulbe olfactif est un organe creux, une vésicule olfactive, comme il y a une vésicule rétinienne et une vésicule auditive. Cette vésicule persiste chez certains animaux adultes, en sorte qu'il y a alors un ventricule olfactif, cavité qui serait tapissée de cellules vibratiles dont la base serait en rapport avec les noyaux sous-jacents (myélocytes) [2]. Quant à la racine blanche du nerf olfactif, on doit la considérer comme une commissure de substance blanche.

Quoi qu'il en soit, sur l'homme ce ventricule n'existe pas. Quant aux autres parties qui constituent le bulbe olfactif, elles ont été jusqu'ici assez mal étudiées et paraissent mal connues, quoique quelques travaux aient été entrepris sur ce sujet [3].

La couche externe semble formée par une substance blanchâtre contenant les fibres nerveuses pâles, sans myéline, qui s'entrecroisent en forme de réseau. Au-dessous de cette couche est une zone de substance grise qui contient des cellules multipolaires, volumineuses,

1. M. Broca range les mammifères en deux types, selon qu'ils ont un bulbe olfactif volumineux : le cheval et le chien, par exemple, *osmatiques;* ou très-atrophié (l'homme et le singe) *anosmatiques*. — *Voyez Revue d'anthropologie*, 1878, p. 392 et suivantes: *Le lobe olfactif et le sens de l'odorat.*

2. Owjannikow, *Müllers Archiv*, 1860, p. 54. — Walter, *Wirchow's Archiv*, XXII, p. 241. — Voyez aussi la figure qu'en donne M. Broca chez le cheval, loc. cit., fig. 3.

3. L. Clarke, *Zeitschrift für wiss. Zool.*, XI, p. 31. — M. Schultze, cité par Kölliker, *Eléments d'histol.*, p. 961.— Golgi, *Ricerche sulla fina struttura dei bulbi olfactorii*, Reggio, 1875. — Meynert, *loc. cit.*, t. X, p. 102.

et d'autres corps spéciaux globulaires, décrits d'abord par Leydig sur des poissons, puis par Schultze, Golgi et d'autres auteurs, sous le nom de *glomeruli* [1], ils ne paraissent être qu'un amas de cellules ganglionnaires [2] (Schültze, Kolliker). On peut la nommer avec Meynert *stratum glomerulosum*. On a donc une deuxième couche qui comprend superficiellement les glomérules, et profondément les grosses cellules nerveuses, analogues aux cellules de Purkinje du cervelet. Entre ces deux rangées de cellules se trouvent des cylindres-axes établissant probablement des anastomoses de l'une à l'autre. En outre, ces cellules émettent des prolongements qui vont se mettre en rapport aussi bien avec la couche profonde qu'avec la couche superficielle, lesquelles sont toutes deux essentiellement constituées par les faisceaux du nerf olfactif. Dans la couche profonde existent aussi des cellules pyramidales, avec prolongements qu'on pourrait suivre jusqu'aux cellules nerveuses et aux glomérules de la couche moyenne.

Rien n'est donc moins élucidé que la structure du bulbe olfactif (circonvolution olfactive, et, mieux encore, lobe olfactif). Aussi de nouvelles recherches seraient-elles bien nécessaires. Nous nous contenterons d'établir ces deux faits, qui sont à peu près les seuls faits positifs de cette partie obscure de la structure cérébrale : 1° Les fibrilles nerveuses olfactives se divisent et s'anastomosent en réseau; 2° elles sont en rapport avec des cellules nerveuses et des cellules spéciales

1. C'est ce que MM. Pouchet et Tourneux appellent amas de substance grise sphérique (*loc. cit.*, p. 587).

2. Voyez Meynert, fig. 240. On voit des vaisseaux qui se rendent dans le glomérule.

localisées dans la seconde couche du bulbe olfactif (*Glomeruli* de Golgi) [1].

§ 6. Structure de la substance grise des circonvolutions chez les mammifères.

Là encore les détails sont bien peu nombreux, et on ne peut guère trouver de renseignements que dans les écrits de Meynert [2], Major [3] et Lewis [4].

Entre les divers animaux il existe des différences assez considérables; cependant les couches précédemment énoncées existent toujours, assez bien limitées, comme le montrent les planches de Lewis, sur le chat et le mouton [5], les seules peut-être qu'on ait données sur les circonvolutions des mammifères. Sur une photographie (inédite) de M. Luys, et représentant les circonvolutions du porc, on voit que la couche limitante externe, celle qui est pauvre en cellules, et peut-être de nature conjonctive, est très-épaisse, et que les couches à cellules nerveuses proprement dites n'occupent que les deux tiers de l'écorce grise : on voit aussi que la couche claustrale est très-épaissie.

En somme, il y a peu d'intérêt à constater que telle ou

1. Je citerai encore parmi les différents travaux entrepris sur la structure de l'écorce grise, les recherches de M. Major, intéressantes surtout au point de vue de l'anatomie pathologique, *On the minute structure of the cortical substance of the Brain. — West Riding Lunatic Asylum, Reports* 1872, p. 41, et divers articles publiés soit dans ce recueil, soit dans *The Lancet* (21 juillet 1877). Il faut noter aussi le travail de Lubimoff, *Arch. de physiol.*, 1874, nov.-déc.

2. *Strickers Handbuch*, etc., *loc. cit.*

3. *Observations on the Brain of the Chacma Baboon* (*Cynocephalus Porcarius*).— *Journal of mental science*, jan. 1876, p. 502. Ce mémoire est très-remarquable et très-intéressant.

4. *Loc. cit.*

5. *Loc. cit.*, plates 2 et 3.

telle couche de cellules est plus ou moins épaisse et a des prolongements plus ou moins longs chez des animaux très-différents. D'ailleurs cela a été peu étudié ; on sait seulement que les différences siégent presque toujours dans les lobes occipitaux.

Au contraire, la structure de l'écorce cérébrale du singe a un très-grand intérêt. On peut, en effet, jusqu'à un certain point, espérer trouver dans la comparaison avec l'écorce du cerveau humain une raison de la différence énorme entre l'intelligence de ces deux espèces animales, ou du moins, sans se permettre d'hypothèses aventureuses, établir une comparaison entre l'absence ou l'augmentation de volume de certaines cellules, d'une part, et, d'autre part, l'augmentation ou la diminution de l'intelligence.

Major a étudié successivement le nombre et l'apparence des couches, le caractère général des cellules nerveuses, et de leurs prolongements, et le nombre de ces prolongements : voici ses principales conclusions.

1° Chez le singe et l'homme, le nombre et les dimensions relatives des couches corticales sont à peu près identiques. Il n'y a aucune différence quant à la nature intime des cellules, et leurs réactions sont identiques.

2° Toutes les couches de cellules, sont semblables sauf la seconde couche dans les circonvolutions frontales [1]. Chez l'homme, on y trouve beaucoup de grandes cellules, tandis que, chez le singe, ces cellules sont rares. Major suppose, non sans quelque vraisemblance, qu'il y a une relation entre le volume et le nombre de ces cellules chez l'homme, et la faculté du langage, spéciale à l'homme et localisée dans les lobes frontaux. De plus,

1. Major dit la seconde couche, p. 510. — Il semble cependant que ces larges cellules appartiennent plutôt à la troisième couche (ammonique).

il semble que la vieillesse et l'affaiblissement intellectuel chez l'homme coïncident avec la dégénérescence de ces grandes cellules, de telle sorte que leur nombre, relativement peu considérable chez le Chacma-Baboon, serait un signe d'infériorité.

3° En général, le nombre des prolongements cellulaires et, par conséquent, la sphère d'action de chaque cellule, est plus considérable chez l'homme.

Major a encore étudié les altérations séniles des éléments nerveux de circonvolutions sur les animaux, et il a insisté sur la dégénérescence pigmentaire des cellules nerveuses[1].

§ 7. Substance blanche des circonvolutions.

Nous passons maintenant à l'étude de la substance blanche des circonvolutions, et de même que nous n'avons pas décrit la substance grise nerveuse, de même nous ne décrirons pas la substance blanche en général, mais seulement cette région de la substance nerveuse immédiatement sous-jacente à l'écorce grise, et qui forme l'axe des circonvolutions.

Très-anciennement, on avait eu l'idée que les circonvolutions cérébrales étaient le résultat du reploiement d'une lame périphérique, puisque Sténon s'élevait avec force contre cette idée et cette *erreur des anatomistes.* « Certains nous feront même passer en un besoin la substance du cerveau pour une membrane[2]. »

Cette idée fut reprise longtemps après par Gall, qui s'exprime ainsi : « Chaque circonvolution consiste en

1. *On the morbid histology of the brain in the lower animals.— West Riding Lunatic Asylum medical reports*, 1875.

2. *Exposition anatomique de la structure du corps humain*, de Winslow. Amsterdam, 1752, t. IV, p. 210.

deux couches fibreuses qui sont recouvertes entièrement d'une épaisseur presque égale de substance grise. C'est de la même manière que sont formés les feuillets du cervelet... Les deux couches fibreuses formées par les faisceaux ascendant et divergent, sont accompagnées aussi par les fibres qui sortent de la substance grise; de sorte que chaque circonvolution est composée : 1° de fibres nerveuses très-fines rentrantes; 2° de fibres de faisceaux divergents; 3° de l'enveloppe extérieure de substance grise. C'est sur cet arrangement qu'est fondée la possibilité de séparer l'une de l'autre les deux couches de fibres sans les endommager, et d'étendre en une surface et de déployer chaque circonvolution ou duplicature[1]. »

Cette idée de Gall est peut-être exacte, mais il faut avouer que les recherches modernes sont fondées sur de tout autres procédés. Toutefois, quoique le microscope permette de mieux juger la question, elle offre encore de bien nombreuses incertitudes.

On sait quelle est sur ce sujet l'opinion très-probable de Meynert (adoptée par M. Charcot). La périphérie du cerveau est un système de projection. De même qu'en géométrie descriptive on peut avoir la projection d'un solide sur une surface, de même l'écorce grise du cerveau est la projection des fibres nerveuses contenues dans les centres ganglionnaires de l'encéphale. A cela il faut ajouter que ces centres forment un système de condensation, puisque le nombre des fibres opto-strio-médullaires est bien moindre que celui des fibres opto-strio corticales. Meynert a décrit en outre un système d'association formé par des fibres anastomotiques qui réunis-

2. *Anat. et physiol. du syst. nerveux*, 1810, t. I, p. 299.

sent les diverses circonvolutions, et établissent entre elles un consensus harmonique complet.

Ces vues ingénieuses ne sont qu'hypothétiques; et, il faut bien le dire, jusque ici les observations anatomiques sur la structure cérébrale n'ont jamais pu dépasser le domaine de l'hypothèse : nous ne cesserons de répéter que la physiologie, et l'anatomie pathologique sont seules capables de juger les rapports des circonvolutions avec le névraxe.

Il faut noter que M. Baillarger avait, il y a longtemps, décrit dans l'axe des circonvolutions (sur le chien et le lapin) des fibres verticales placées en deux rangées, et des fibres transversales qui les croisent [1].

C'est aussi parmi les hypothèses qu'il faut placer les schémas de M. Luys. Cet anatomiste éminent a décrit les relations des diverses circonvolutions soit entre elles, soit avec les noyaux centraux. De fait, dans la plupart de ses déterminations, M. Luys est arrivé aux mêmes résultats que les pathologistes, mais comme ce sont les recherches de ces derniers qui seules entraînent la conviction, nous renvoyons à ce que nous dirons plus loin des dégénérescences corticales.

Les renseignements donnés par le microscope sont peu nombreux et encore moins concluants.

On sait que la substance blanche est composée de cylindres axes entourés de myéline; et l'on peut prévoir qu'on a cherché à établir le rapport de ces cylindres axes avec les cellules des couches corticales.

Or ce premier point est encore à peine connu. Nous avons vu plus haut l'opinion de Koschewnikoff; cette opinion est très-claire et vraisemblable, quoique non démontrée encore.

1. *Loc. cit.* p. 156.

Pour Gerlach [1] les fibres nerveuses pénétreraient dans la substance grise, et là, perdant leur myéline, formeraient un réseau fibrillaire, très-fin, riche en anastomoses : les fibres allant aboutir aux prolongements cellulaires. Ce réseau n'était pas admis partout le monde. Pour Rindleisch il n'existe pas [2]. Après une série de divisions dichotomiques, les tubes nerveux se divisent en pinceaux et en fibrilles : ces fibrilles vont se porter les unes aux cellules nerveuses, les autres aux myélocytes [3]. Cet anatomiste va jusqu'à se demander si ces noyaux ne seraient pas d'origine nerveuse, revenant ainsi, par une voie détournée, à mettre en doute le dogme de l'école allemande relatif au tissu conjonctif interstitiel.

Avant ces deux auteurs, Kölliker avait constaté le rapport exact entre les filaments nerveux et les cellules [4]. Mais il ne faut pas croire que toutes ces observations soient faciles à répéter, et M. Vulpian a insisté avec raison sur la nécessité, en cette question plus qu'en toute autre, d'une anatomie sévère qui ne se contente pas de résultats approximatifs, et n'affirme pas quand il y a doute [5].

Pour Kölliker, toutes les fibres ne pénètrent pas directement dans la substance grise, il en est qui longent l'écorce du cerveau, en formant des sortes d'anses. Il existe aussi dans la substance blanche des circonvolu-

1. *Centralbl. für d. med. Wiss.*, 1873, nº 18, p. 273.
2. *Centralbl. für d. med. Wiss.*, 1872, nº 18, p. 277.
3. M. Luys avait déjà décrit les connexions des myélocytes avec les fibres nerveuses, *Atlas*, 1865, pl. XX, fig. 5.
4. Voy. ses *Elém. d'histol.*, trad. franç., p. 401.
5. *Leçons sur la phys. du syst. nerveux*, 1868. — Pour les rapports des fibres nerveuses entre elles, on peut consulter l'excellente, quoique schématique, figure de Henle — *Hand bur Nervenlehre*. 1871, fig. 203, p. 275.

tions des cellules nerveuses qui ont été décrites par Miersejewski[1], après Meynert[2]. Ces cellules sont petites, de 0,^{mm}007 à 0,^{mm}010, multipolaires; leurs prolongements sont très-longs: ce sont probablement des cylindres axes. Toutefois Miersejewski est encore incertain sur la nature de ces éléments. Ils confinent à la substance grise, à laquelle on devrait peut-être les rattacher. Leurs noyaux sont très-manifestes et se colorent facilement par le picrocarminate d'ammoniaque.

Si maintenant nous comparons la structure des circonvolutions du cerveau et du cervelet, nous verrons qu'elles semblent constituées sur le même type. Il y a seulement cette différence que les couches profondes dans le cerveau sont plus complexes et assez nettement séparées, tandis que dans le cervelet les noyaux, les cellules nerveuses et les cylindres axes sont confondus pour former la couche interne ou rouillée (Köllicker)[1]. Nous avons ainsi l'homologie suivante, quelque peu schématique.

CERVEAU.	CERVELET.	
Limitante externe. .	Couche grise . .	Limitante externe.
Couche pyramidale.		Couche à cellules de Purkinje.
Couche ammonique.		
Couche granuleuse .	Couche rouillée.	A myélocytes et cellules nerveuses.
Couche claustrale. .		
Couche limitante interne		Réseau allongé à mailles parallèles quadrangulaires.

Peut-être faudrait-il encore rattacher au système de l'écorce grise cérébrale les tubercules quadrijumeaux, ou tout au moins la région la plus superficielle de ces organes,

1. *Loc. cit.*, p. 202.
2. *Stricker's Handbuch für Geweblehre*, 1870, p. 709.

mais cela n'a pas encore été tenté. D'ailleurs, si chez les poissons, les oiseaux, etc., les tubercules quadrijumeaux se développent au point d'affecter la forme de véritables lobes; chez l'homme ils sont très-réduits ; en tout cas ils ne présentent jamais de replis et de circonvolutions, et leur structure est très-simple [1].

§ 9. — Vaisseaux des circonvolutions

La disposition des organes de la circulation dans le système nerveux périphérique, en apparence très-bien connue, est en réalité assez obscure encore, puisqu'il y a désaccord complet sur certains points.

Nous renvoyons pour la partie historique au travail de M. Duret [2], où la question est traitée d'une manière très-complète.

Nous ferons remarquer d'abord que la substance grise des circonvolutions est bien plus riche en vaisseaux que la substance blanche, ainsi que le démontre la figure suivante, empruntée à Gerlach; c'est là un fait général bien connu et qu'on peut appliquer aussi bien à la moelle épinière qu'à l'écorce du cerveau. — L'écorce grise est tellement vasculaire que Ruysch en avait fait une sorte de plexus artériel.

Sur un cerveau injecté on voit partir de la pie-mère, comme une pluie, une infinité de petits rameaux qui tombent perpendiculairement dans la substance cérébrale. Ce sont les artères terminales : elles peuvent être divisées en deux groupes : les unes, très-longues, volu-

1. D'après Serres, *Anat. comparée du cerveau*, Paris, t. II, p. 277, la surface des lobes optiques serait formée de couches alternativement grises et blanches.

2. *Recherches anatomiques sur la circulation de l'encéphale*. Historique : p. 343 et suiv. *Arch. de physiol.*, 1874.

mineuses, traversent la couche grise pour se rendre dans la substance blanche : ce sont les artères médullaires ; les autres, plus petites (artères corticales), beaucoup plus nombreuses, paraissent se distribuer uniquement à la couche grise. Entre toutes ces branches, il y a un réseau anastomotique très-riche. D'après Duret, à qui nous empruntons tous ces détails[1], à ces arborisations de l'écorce grise répondent des arborisations semblables de la pie-mère, dont tous les vaisseaux semblent avoir besoin de se ramifier avant de donner des branches au cerveau.

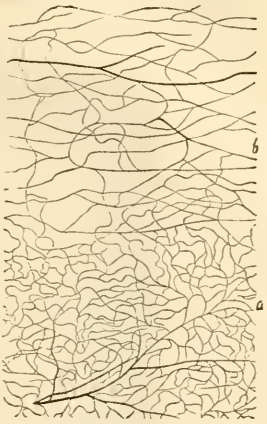


Fig. 5 (d'après Gerlach). — Portion de cerveau de brebis injecté, montrant la différence de vascularité des substances grise *a* et blanche *b*.

En faisant la coupe d'une circonvolution dont le système vasculaire a été injecté, on voit que le réseau capillaire semble avoir quatre étages différents.

Couches	pyramidale. . . . . . ammonique. . . . . . granuleuse. . . . . . claustrale superficielle.	Réseau très-riche, irrégulier, polygonal. C'est la région éminemment vasculaire de l'encéphale.
Couche claustrale profonde. . . .		Réseau de transition, moins riche que le précédent, plus riche que celui qui est sous-jacent.
Substance blanche		Réseau à mailles trois ou quatre fois plus larges.

1. *Loc. cit.*, p. 334.

Ainsi que les artères, les veines peuvent être rangées en veines corticales et médullaires. Les veines médullaires ne suivent pas exactement le trajet des artères

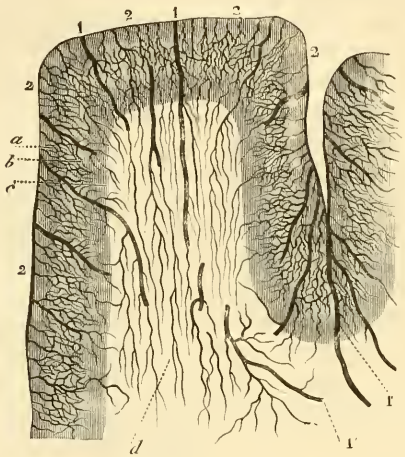


Fig. 6 (d'après Duret).

1, artères médullaires; 1', groupe d'artères médullaires du sillon situé entre deux circonvolutions; 1'', artères de fibres commissurales; 2, artères corticales ou de la substance grise; *a*, réseau capillaire situé sous la pie-mère; *b*, réseau à mailles polygonales, dans la substance grise; *c*, réseau de transition; *d*, réseau de la substance blanche.

médullaires. D'après Duret, elles communiqueraient avec les veines de la base et des ventricules du cerveau, en particulier avec les veines de Galien. Les veines corticales sont plus volumineuses et moins nombreuses que les artères correspondantes[1].

Il paraît probable qu'il n'y a pas de canaux de com-

1. Voyez Duret (*loc. cit.*, p. 338) qui a étudié cette question avec un soin minutieux. M. Charcot a bien montré (*Leçons sur les localisations*. 1876, p. 54) que les recherches de M. Heubner sur le même sujet étaient absolument simultanées et non postérieures, ayant été communiquées le même jour, 7 décembre 1872, à la Société de biologie, d'une part, et au *Centralblatt für Med. Wissensch.* de l'autre.

munication, entre les artères et les veines de l'écorce grise, autrement que par des capillaires.

Pour la pie-mère, la question est encore controversée : cependant les objections de M. Duret à la théorie d'Ecker et de Sucquet, qui admettent des canaux dérivatifs, me paraissent fort sérieuses. En résumé, comme toutes les questions litigieuses, ce sujet exigerait de nouvelles recherches [1].

Un point intéressant à beaucoup de points de vue, c'est celui de l'indépendance relative des différents territoires vasculaires de l'écorce grise du cerveau [2].

Pour M. Duret, pour M. Charcot, qui se sont placés surtout au point de vue pathologique, il y a dans la distribution des artères cérébrales deux régions bien distinctes : la région corticale et la région centrale (corps optostriés). « Ces deux systèmes, dit M. Charcot, bien qu'ils aient une origine commune, sont tout à fait indépendants l'un de l'autre, et, à la périphérie de leur domaine, ils ne communiquent sur aucun point. »

Non-seulement le système cortical ne communique pas avec le système médullaire, mais les divisions du système cortical ne communiquent entre elles que par des capillaires très-fins, de sorte que l'indépendance des diverses régions corticales se trouve à peu près établie. Selon M. Duret [3], il y aurait chez l'homme, le chien et le lapin trois régions spéciales, desservies chacune par une artère particulière, l'artère cérébrale antérieure pour les lobes frontaux, l'artère sylvienne pour les cir-

1. Selon MM. Heubner et Cadiat, il y aurait des anastomoses entre les veines et les artères de la pie-mère.

2. Voy. les cinquième et sixième leçons sur *les localisations du cerveau*, par M. le professeur Charcot. Fascicule 1, 1876, p. 53 et suivantes.

3. *Revue des Sc. méd.*, t. X. 1877, p. 428.

convolutions de la scissure de Rolando, l'artère cérébrale postérieure pour les lobes occipitaux.

M. Cadiat a fait aux idées de M. Duret diverses objections [1], et la plus sérieuse paraît être celle-ci : en poussant une injection, même peu pénétrante, dans une branche quelconque de l'hexagone artériel, on injecte un lobe tout entier. Il faut remarquer que M. Duret et M. Cadiat ne diffèrent pas absolument d'opinion, M. Duret ne niant pas les anastomoses, soit des artérioles de la pie-mère, soit des artérioles du cerveau. Mais, pour lui, ces artérioles n'ont pas plus d'un quart de millimètre, tandis que pour M. Cadiat et aussi pour M. Heubner, elles peuvent avoir un millimètre. Il n'y a donc là qu'une question de degré, évidemment bien difficile à résoudre, car une injection artérielle distend toujours les capillaires.

En somme, pour M. Duret, les anastomoses sont peu importantes ; et pour M. Cadiat elles sont très-notables. On peut donc dire que la question n'est pas jugée ; le choix du procédé opératoire et de l'injection qu'on emploie jouant un rôle prépondérant. J'ajouterai cependant que la limitation exacte des infarctus et des embolies cérébrales prête un certain appui à la théorie de M. Duret.

Je ne dirai que quelques mots de la structure des artérioles du cerveau. On sait que M. Robin [2] a démontré que les capillaires du cerveau étaient entourés d'une gaîne lymphatique [3].

1. *Bull. de la Soc. de biol.* 1876, p. 342.

2. Segond. *Le Système capillaire.* Paris, 1853. — Ch. Robin. *Bull. de la Soc. de biol.* 1855, p. 142 et *Journ. de la Physiol.* 1859, p. 537.

3. Voyez pour la bibliographie complète Riedel : *Die Perivaseuläre Lymphräume. Arch. für mik. Anat.*, t. XI, 1875.

Cette gaîne est parsemée de noyaux ovoïdes : elle est épaisse de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$, et entoure complétement le vaisseau ; de sorte qu'on voit deux tubes concentriques, dans lesquels se trouvent deux liquides différents [1]. Dans le tube interne sont les globules rouges : dans le tube externe sont les leucocytes. Toutefois il n'est pas encore bien prouvé que ces canaux soient vraiment lymphatiques, attendu qu'ils n'ont jamais été injectés, et qu'on n'a pas pu les suivre jusqu'à un ganglion.

Les anatomistes allemands se sont jetés à ce propos dans une multitude de conjectures (espaces périlymphatiques cellulaires, gaînes périvasculaires cellulaires, etc.). Quelques histologistes ont même cru que c'étaient des altérations pathologiques (Kesteven [2]). Mais, comme nous ne nous plaçons pas ici au point de vue de l'anatomie générale, il nous suffira de noter simplement l'existence d'une gaîne lymphatique aux capillaires sanguins, comme si le tissu cérébral était trop délicat pour supporter immédiatement le contact du sang.

§ 8. — **Développement des circonvolutions.**

Malgré le nombre considérable d'auteurs ayant écrit sur l'anatomie du système nerveux, le développement des circonvolutions, envisagé au point de vue, non de la morphologie, mais de la structure, a été traité par très-peu d'auteurs

Jusqu'au troisième mois, comme Tiedemann [3] l'avait

1. Voyez la figure qu'en a donnée M. Robin, *loc. cit.*, pl. VI, fig. 3, p. 545.
2. *Brit. med. Journ.*, juin 1874, p. 840.
3. *Anatomie du cerveau*, trad. de Jourdan. Paris, 1823, p. 36, pl. I.

remarqué, la surface des hémisphères est lisse, sans sillons, ni circonvolution. Pour cet anatomiste, comme aussi pour M. Duret [1], c'est du troisième au quatrième mois que les premiers plis cérébraux apparaissent. Le premier sillon serait, non les scissures de Rolando ou de Sylvius, ainsi que semblent l'indiquer les planches de Leuret et Gratiolet [2], mais la scissure perpendiculaire externe [3].

Jusqu'au cinquième ou sixième mois, c'est à peine s'il existe des circonvolutions proprement dites. Gratiolet a figuré le cerveau d'un fœtus de cinq mois et demi [4] qui est tout à fait analogue au cerveau d'un ouistiti placé à côté. Il y a des incisures, des sillons peu profonds, limitant des lobules ou groupes de lobules : il n'y a pas de circonvolutions véritables présentant les angles mousses compliqués et entremêlés des cerveaux d'adultes. Même sur l'enfant nouveau-né [5], les circonvolutions sont très-simples, en sorte que certainement après la naissance la circonvolution cérébrale continue à se former ; les sillons qui l'entourent se creusent de plus en plus ; de nouveaux plis de passage apparaissent. En un mot, les circonvolutions semblent mal arrêtées, suivant l'expression de M. Parrot [6]. Il est probable qu'à ces différences extérieures répondent des différences de structure, mais ce point ne paraît guère avoir été étudié.

1. *Bull. de la Soc. de biol.*, in *Gaz. méd.*, 1877, p. 172.
2. *Anatomie comparée du système nerveux*, Paris, 1839-57, pl. XXIX, fig. 3, 4, 5.
3. Voy. aussi M. Duval, in *Gaz. méd.*, 1877, p. 161.
4. *Mémoire sur les plis cérébraux de l'homme et des primates*, p. 82. Atlas, pl. XI, fig. 1, 2, 3.
5. Leuret et Gratiolet, *loc. cit.*, pl. XX, fig. 2.
6. *Etude sur le ramollissement*, etc., *Arch. de physiol.*, 1873, p. 63.

La première tentative paraît avoir été faite par Tiedemann[1], qui supposa bien à tort que la substance corticale était par la pie-mère sécrétée après la naissance à la surface du cerveau. Mais M. Baillarger[2] a bien montré que chez des fœtus humains de quatre à cinq mois, il existait à la périphérie une couche très-mince de substance grise, constituée déjà par plusieurs zones concentriques alternativement opaques et transparentes.

Selon M. Duret[3], du septième au neuvième mois, en même temps que se forment les replis des circonvolutions, apparaissent, d'une part, les tubes nerveux qui atteignent la partie superficielle des hémisphères cérébraux, et, d'autre part, les cellules nerveuses de l'écorce. Les artères ne se développent aussi qu'à cette époque. Pour M. Duret cette coïncidence du développement de cellules nerveuses, de la vascularisation, de l'ascension et du développement de l'expansion pédonculaire, et enfin de l'apparition des plis prouve que l'écorce n'acquiert des propriétés fonctionnelles que vers la fin de la vie fœtale. C'est à une conclusion semblable que la physiologie est arrivée.

Lubimoff (de Moscou) était arrivé à un résultat analogue. Les cellules nerveuses du cerveau et du cervelet se développent en dernier lieu ; tandis que les cellules de la moelle et surtout celles du grand sympathique ont un développement bien plus rapide.

Pour Mierzejewski[4], dans la substance blanche des circonvolutions du nouveau-né, parmi les cylindres

1. *Loc. cit.*, p. 87.
2. *Mémoire sur la formation des centres nerveux.* — Journ. *l'Esculape*, 1840 et *Mém. de l'Ac. de Méd.* 1840, p. 150 et sniv.
3. *Bull. de la Soc. de biol.*, in *Gaz. méd.*, 1877, p. 172.
4. *Loc. cit.*, p. 202.

d'axe, on trouve des cellules amiboïdes qui se colorent en noir par l'acide osmique, des cellules polygonales, et de petites cellules plates ovalaires. Mais pour expliquer le rôle qu'il fait jouer à ces éléments, il me faudrait entrer dans l'histoire du développement du tissu nerveux.

Quant à ce qui concerne le développement de la circonvolution de l'hippocampe, je dirai que pour M. Duret, qui l'a observée sur un fœtus de quatre mois, c'est une circonvolution retournée, simple, qui fait saillie sous le corps calleux. En avant, cette circonvolution disparaît peu à peu, mais en arrière elle persiste et se reploie sur elle-même comme nous l'avons indiqué plus haut. Dans le grand ouvrage de Mihalkowitz [1], on trouve quelques détails trop peu importants et trop longs pour que nous puissions nous y arrêter, et aussi des planches peu faciles à comprendre. Flechsig, dans son grand ouvrage sur le système nerveux, ne s'occupe pas de la stratification des couches : il décrit les rapports des divers faisceaux de fibres nerveuses, et pense que la substance blanche se développe très-tard dans les circonvolutions de l'embryon, autrement dit que le *système d'association* de Meynert ne s'établit qu'au moment de la naissance [2]. C'est à peu près la conclusion de M. Duret.

Il est encore deux faits intéressants qui viennent s'ajouter au peu que nous savons sur le développement des circonvolutions. C'est d'abord l'existence des volutions dites transitoires qui apparaissent chez l'embryon

1. *Entwickelungsgeschichte des Gehirns*, Leipzig, 1877, p. 145 et suiv., pl. XX et XXI.

2. *Die Leitungsbahne im Gehirn und Rückenmarke des Menschen.* — Leipzig, 1876. — *In Jahresber für Anat.*, 1876, p. 275.

de quatre à cinq mois pour disparaître vers le septième et le huitième mois[1].

La seconde observation est due à Major[2] qui, examinant les cellules nerveuses corticales d'un fœtus de huit mois, a constaté l'absence presque complète de prolongements cellulaires ; de sorte que les cellules ont l'apparence de corps cellulaires arrondis. Peut-être les cellules nerveuses (motrices ou sensitives) ne se développent-elles que lorsqu'elles commencent à fonctionner. Il paraîtrait aussi que, chez les vieillards, les prolongements nerveux finissent par disparaître.

Ce serait un point très-intéressant à étudier que de voir le moment où apparaissent ces grandes cellules motrices. Le temps ne m'a pas permis d'entreprendre cette étude. Je noterai cependant que sur le cerveau d'un jeune chat, âgé d'un mois, j'ai constaté, avec M. Tourneux, qu'il y a déjà une différence entre les cellules corticales antérieures et les cellules postérieures, qui sont un peu plus petites. Selon Betz, les cellules géantes n'existent pas chez les nouveau-nés.

1. Mihalkowitz, *loc. cit.*, p. 144. — Ecker, *Archiv für Anthropologie*, 1868, t. III. — His *Entwickelungsgeschichte der Grossgehirn hemisphären*. — *Sitzber, der Nat. Gesellschaft*, in Leipzig, 1874, p. 1.

2. *Loc. cit.*, *Journ. of mental science*, p. 511.

DEUXIÈME PARTIE

PHYSIOLOGIE DES CIRCONVOLUTIONS

INTRODUCTION ANATOMIQUE.

Nous pourrions regarder comme connue la topographie des circonvolutions cérébrales ; il semble cependant qu'un court exposé anatomique ne sera pas inutile, et évitera soit des redites, soit des confusions.

Le cerveau de l'homme est composé de quatre parties bien distinctes[1] : le lobe frontal est le plan antérieur ; le plan moyen est constitué, en haut, par le lobe pariétal ; en bas par le lobe sphénoïdal ; le lobe occipital occupe le plan postérieur [2].

Ajoutons à cela d'autres lobes d'une importance secondaire, au moins chez l'homme : le lobe olfactif, très-réduit, le lobe de l'hippocampe, impossible à bien déterminer, le lobe de l'insula, profondément caché dans le fond de la scissure de Sylvius, le lobe du corps calleux, et le lobe triangulaire.

On distingue dans les lobes des lobules et des circonvolutions. Les lobules ne sont que des régions topographiques, tandis que les circonvolutions ont une existence anatomique réelle.

Entre les divers lobes existent des scissures.

1. L'anatomie et la morphologie des circonvolutions appartiennent entièrement à la science française ; Vicq d'Azyr, *Rolando*, Foville, Leuret, Gratiolet, Broca.

2. Nous suivons les dénominations employées par M. Broca. *Mémoire sur la nomenclature cérébrale* (*Revue d'anthropologie*, 1878, p. 193).

Entre le lobe frontal et le lobe pariétal, la scissure de Rolando 2 ;

Entre le lobe pariétal et le lobe triangulaire, la scissure occipitale (ou perpendiculaire) 5 ;

Entre le lobe fronto-pariétal et le lobe temporal, la scissure de Sylvius 1 ;

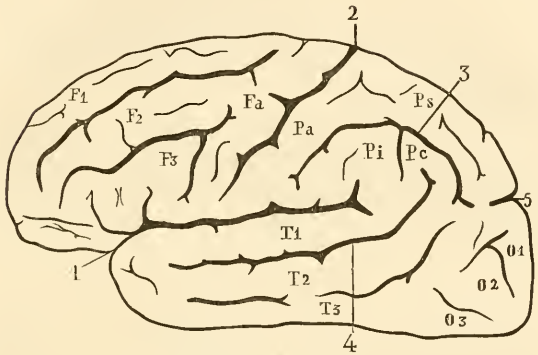


Fig. 7 (d'après M. P. Richer).

1. Scissure de Sylvius. — 2. Scissure de Rolando. — 3. Sillon inter-pariétal. — 4. Sillon parallèle. — 5. Scissure occipitale — F1. Première circonvolution frontale. — F2. Deuxième circonvolution frontale. — F3. Troisième circonvolution frontale. — Fa. Frontale ascendante. — Pa. Pariétale ascendante. — Pi. lobule pariétal inférieur. — S. Lobule pariétal supérieur. — Pc. Pli courbe. — O1. Première circonvolution occipitale. — O2. Deuxième circonvolution occipitale. — O3. Troisième circonvolution occipitale. — T1. Première circonvolution temporale. — T2. Deuxième circonvolution temporale. — T3. Troisième circonvolution temporale.

Entre le lobe fronto-pariétal et le lobe du corps calleux, la scissure sous-frontale (calloso-marginale, etc.) ;

Entre le lobe occipital et le lobe triangulaire, la scissure calcarine ;

Entre les circonvolutions existent des sillons.

Le lobe frontal est formé de trois circonvolutions ; la première, supérieure, la seconde, moyenne, la troisième, inférieure[1] (F^1, F^2, F^3).

1. Ainsi que l'a remarqué M. Charcot, il convient de faire une exception pour la troisième frontale inférieure, et l'appeler *circonvolution de Broca*.

La partie inférieure du lobe frontal est connue sous le nom de lobule orbitaire. On y remarque trois volutions orbitaires, prolongements des volutions frontales.

Autour de la scissure de Rolando existent deux circonvolutions importantes. En avant, la frontale ascendante F*a*, ou mieux prérolandique, qui semble antérieurement pousser trois prolongements, qui sont les trois circonvolutions frontales. En arrière de la scissure de Rolando, est la pariétale ascendante, ou mieux postrolandique (P*a*).

L'union de ces deux circonvolutions à la face interne de l'hémisphère, forme le lobule paracentral (A B de la fig. 8).

Le lobe temporal comprend les première, deuxième et troisième volutions temporales, T_1, T_2, T_3. Le sillon

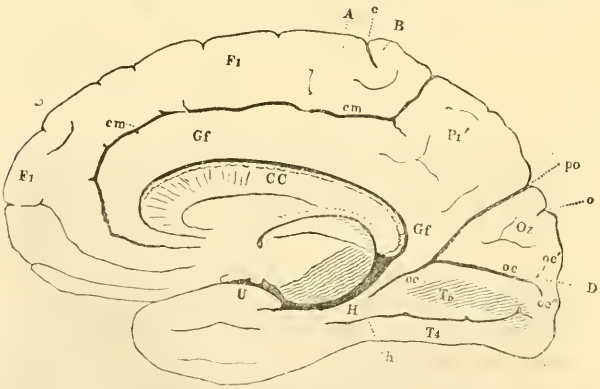


Fig. 8. — Vue de la face moyenne de l'hémisphère droit du cerveau humain (Ecker).

CC. Corps calleux coupé en long. — *Gf*. Gyrus fornicatus. — H. Gyrus hippocampi. — *h*. Sulcus hippocampi. — U Gyrus uncinatus. — *Cm*. Sulcus calloso-marginalis. — F. Face moyenne de la première circonvolution frontale. — *c*. Portion terminale du sulcus centralis, ou scissure de Rolando. — Circonvolutions centrales : A Antérieure, B Postérieure. — P1'. Procuneus. — Oz. Cuneus. — *po*. Scissure pariéto-occipitale. — *o*. Sulcus occipitalis transversus. — *oc*. Scissure en pied de cheval. — oc'. Branche supérieure. — oc''. Branche inférieure de la même. — D. Gyrus descendant. — T4. Gyrus occipito-temporalis (lobulus fusiformis). — T5. Gyrus occipito-temporalis medius (lobulus lingualis).

qui sépare la première et la deuxième temporales, est le sillon parallèle (4) qui se termine dans une région pariétale qu'on peut appeler lobule du pli courbe (P*c*).

Le lobe pariétal est divisé en deux parties par le sillon interpariétal (3). Il y a donc un lobule pariétal supérieur (P*s*) et un lobule pariétal inférieur (P*i*).

Le lobe occipital contient les première, deuxième et troisième volutions occipitales (O^1—O^2—O^3).

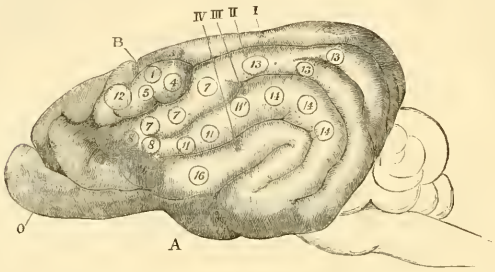
Inférieurement, le lobe temporal et le lobe occipital semblent se confondre de manière qu'on distingue la première et la deuxième temporo-occipitales.

Cette nomenclature s'applique également au singe et à l'homme. Mais, comme on ne peut expérimenter sur l'homme, [1] et comme très-rarement les physiologistes ont des singes à leur disposition, c'est le cerveau du chien surtout qu'il importe de connaître, et ses rapports avec le cerveau humain. Alors les faits pathologiques observés sur l'homme et les expériences physiologiques entreprises sur le chien pourront être réunies d'une manière systématique, et l'on aura une bonne idée des fonctions des diverses circonvolutions selon leur siége.

La configuration du cerveau du chien n'a pas, comme Gratiolet l'a montré le premier, de rapport immédiat avec celle du cerveau humain, ou tout au moins les homologies ne se voient pas tout d'abord, et le type est différent.

1. A toute règle il y a des exceptions. M. Bartholow (*Revue des Sciences médicales*, t. IV, 1874, p. 65) a fait sur une de ses malades des expériences intéressantes. Il enfonçait, en différents points du cerveau, des aiguilles, qu'il faisait traverser par des courants électriques, et regardait ce qui se passait. La malade mourut deux jours après; mais les aiguilles ne furent pour rien dans la mort.

La scissure de Sylvius existe ; mais la scissure de Rolando n'existe pas, ou du moins elle est remplacée par un sillon très-antérieur, appelé sillon crucial (B) Ce sillon crucial coupe à angle droit la grande scissure



Hémisphère gauche du cerveau du chien (d'après Ferrier).

A. Scissure de Sylvius. — B. Sillon crucial — O Bulbe olfactif. — I, II, III et IV indiquent les première, deuxième, troisième et quatrième circonvolutions respectivement.

interhémisphérique : il semble se prolonger sur le sillon du côté opposé, ce qui donne à ces parties l'apparence d'une croix. Sur le chat, il en est de même, et le sillon crucial existe aussi, plus antérieur encore que sur le cerveau du chien.

Autour du sillon crucial est une circonvolution qui le contourne, et qui semble répondre par ses fonctions aux volutions prérolandique et postrolandique du cerveau de l'homme.

Le lobe olfactif est très-développé : les lobes frontaux le sont à peine.

INTRODUCTION HISTORIQUE.

Le cerveau de l'homme diffère beaucoup du cerveau des animaux : on peut donc prévoir que l'expérimenta-

tion sur les animaux ne donnera pas de résultats exactement applicables à l'homme. En commençant, il convient d'insister sur ce fait qui est très-important et qui domine toute la question.

Comparez du sang humain, du sang de mouton et du sang de poisson : comme ces différentes sortes de sang ont les mêmes fonctions (absorption d'oxygène et nutrition des tissus), une composition chimique presque identique, une constitution anatomique très-analogue, il suffira d'examiner la fonction du sang de mouton, ou même du sang de poisson pour connaître la fonction du sang de l'homme.

De même pour les autres tissus et les autres organes : le rein par exemple, ou le tissu musculaire ; de même aussi pour certaines fonctions nerveuses, l'innervation du cœur, ou l'innervation des vaisseaux : ce qu'on a vu sur les animaux, peut servir à la physiologie humaine.

Mais pour l'encéphale, et spécialement les circonvolutions cérébrales, cette identité n'existe plus.

Si l'on compare le cerveau de Cuvier, par exemple, et le cerveau d'un chien, on verra que d'une part la constitution anatomique, d'autre part la fonction physiologique sont très-différentes : aussi les conclusions des physiologistes qui expérimentent sur le cerveau du chien ne peuvent s'appliquer exactement et absolument au cerveau de l'homme.

Il faut toutefois faire une réserve très-importante ; c'est que ces différences ne sont qu'en *quantité* et non en *qualité*. Je m'explique. La réaction de l'écorce grise cérébrale aux excitants doit être et est en réalité identique chez l'homme et chez le chien : elle sera plus ou moins marquée, plus ou moins étendue chez l'un

ou l'autre de ces êtres; mais l'essence de la fonction restera identique, comme elle est identique pour le sang, la moelle épinière, les nerfs et le cœur.

Si nous constatons que l'écorce grise est motrice et sensible chez le chien, cela nous suffira pour affirmer qu'elle est motrice et sensible chez l'homme.

On peut poser la question d'une manière plus nette encore. Nous constatons dans le gyrus sigmoïde l'existence d'un centre moteur pour le membre antérieur chez le chien, cela nous permet d'affirmer qu'il en existe un chez l'homme. Mais oserions-nous dire que ce centre moteur chez l'homme est près de la scissure de Rolando, et que la frontale ascendante répond au gyrus sigmoïde? Oserions-nous affirmer qu'il existe pour le membre antérieur un centre moteur, et non pas deux, ou trois, ou quatre? Ce serait dépasser les domaines d'une induction légitime. Du fait qu'il y a des centres moteurs chez le chien, nous pouvons conclure qu'il y a des centres moteurs chez l'homme; du fait que l'intelligence du chien est dans les circonvolutions, nous pouvons conclure que l'intelligence de l'homme est dans les circonvolutions. Mais nous ne pouvons aller au delà.

Aussi les applications à la physiologie humaine seraient-elles assez promptement restreintes, si nous n'avions une autre source précieuse de connaissances, c'est-à-dire l'anatomie et la physiologie pathologiques.

La pathologie et la physiologie ne se combattent pas : ce sont deux branches d'une même science, la biologie, et elles doivent s'éclairer mutuellement. Quoique les médecins soient trop souvent ingrats envers les physiologistes, les physiologistes ne doivent pas être ingrats envers les médecins ni dédaigner ces documents innombrables, épars dans les recueils médicaux, au sujet de la fonc-

tion des circonvolutions cérébrales. Une bonne observation fait foi autant qu'une bonne expérience, et nous sommes résolus à profiter largement des précieuses données que fournit l'anatomie pathologique à l'étude de l'écorce grise du cerveau.

D'ailleurs il est certain que, pour l'étude des circonvolutions cérébrales, les deux sciences ont des avantages et des inconvénients différents. Les deux avantages de la physiologie sont les suivants :

1° L'expérience peut être répétée autant de fois qu'on le désire ;

2° On peut déterminer les conditions de l'expérience, ce qui revient à déterminer le phénomène.

Les avantages de la pathologie sont aussi très-considérables.

1° Les lésions sont sur l'homme dont l'encéphale diffère beaucoup de l'encéphale des animaux;

2° Les lésions sont toujours mieux limitées que dans une expérience physiologique ;

3° Les symptômes sont étudiés pendant beaucoup plus longtemps (et probablement avec plus de soin) ;

4° Le malade peut rendre compte des sensations qu'il éprouve.

Ainsi nous pensons que le physiologiste doit profiter des résultats de la pathologie, et, dans toute cette étude physiologique, nous tiendrons grand compte des observations médicales faites sur l'homme.

Les anciens auteurs, et Galien[1] en particulier, n'avaient que des notions bien insuffisantes. Galien appelle l'écorce grise du cerveau épencranis (ἐπέγκρανις), d'après

1. *De usu partium*, VIII, 13. Édit. de Daremberg, t. I, p. 563.

Érasistrate, et les replis du cerveau ἕλικες. Il paraît qu'Érasistrate regardait l'épencrâne de l'homme comme plus complexe que celui des animaux, parce que ces derniers n'ont pas une intelligence comme l'homme. A cela Galien oppose un argument de bien mince valeur. « Les ânes, dit-il, ont un encéphale très-compliqué, tandis que leur caractère *imbécile* exigerait un encéphale tout à fait simple et sans variété ». Quoi qu'il soit de cette idée étrange sur l'imbécillité des ânes et la complexité de leurs circonvolutions, on voit que déjà, dans l'antiquité, on regardait le cerveau et même l'écorce cérébrale comme le siége de l'intelligence. Galien ajoute à ce que nous venons de citer cette phrase bien curieuse, qui montre la sagacité et la prudence admirables de cet homme de génie. « Se garder de parler de la substance de l'âme quand on explique la structure du corps qui le renferme est chose impossible, mais, si cela est impossible, il est possible aussi de se détourner promptement d'un sujet sur lequel on ne doit pas insister. » C'est ce programme que nous tâcherons de suivre.

Galien avait constaté aussi que le cerveau est insensible[1]. Ce fait important a été constaté depuis par d'autres auteurs, et il semble aujourd'hui bien avéré.

De Galien au commencement de ce siècle, c'est à peine si l'on peut citer quelques faits épars.

Les chirurgiens des XVIIe et XVIIIe siècles pensaient que l'écorce du cerveau étant lésée, il peut se produire des paralysies, et ils avaient recours au trépan pour y remédier; mais leurs opinions sont fort confuses. La commotion et surtout la compression jouent le principal rôle dans leurs théories. Il faut remarquer

1. Cité par Longet, *loc. cit.*, p. 640.

d'ailleurs que dans les faits observés par les chirurgiens, il est rare d'avoir des lésions exactement localisées. La commotion, l'hémorrhagie et l'encéphalite consécutive s'étendent promptement à toutes les parties d'un hémisphère.

Cependant Lorry [1] fit quelques expériences très-précises et constata que la pulpe cérébrale est insensible.

Haller [2] émet une opinion à peu près semblable, quoique en faisant d'importantes restrictions. Il dit qu'il faut aller au delà de l'écorce cérébrale pour provoquer des mouvements ou des sensations : et que la moelle du cerveau est la partie sensible. — « Non ergo videtur aut sensum in cortice cerebri exerceri, aut plenam perfectamque causam motus musculosi in eo habitare, cum præterea plurima experimenta demonstrent, profundo demum loco, et a cortice cerebri valde remoto, medullam laedi oportere, ut convulsio superveniat [3]. »

Si j'insiste sur ces idées anciennes, c'est que de notre temps seulement elles ont été ébranlées, et que la doctrine de Galien, de Lorry et de Haller a régné sans partage jusque en 1870.

L'importance du rôle des circonvolutions cérébrales dans les facultés intellectuelles, soupçonnée par les physiologistes et les médecins [4] a été surtout mise en lumière par Gall. Le mérite de Gall n'est pas d'avoir inventé une absurde théorie, mais d'avoir prouvé, par l'anatomie comparée, par l'étude du cerveau des fous et

1. *Mémoires de l'Académie des sciences* (*Recueil des savants étrangers*, 1700, t. III, p. 352).

2. *Elementa physiologiæ*, t. X, p. 312 et suiv., lib. X, § XX. *Num cerebri medulla sentiat.*

3. *Ibid.*, p. 392, § XXIII.

4. *Van Swieten*, t. III, p. 264; t. II, p. 604, Boerhave, etc.

des idiots, que l'intelligence est une fonction des circonvolutions.

Il fut suivi dans cette voie par un des hommes qui ont combattu la phrénologie avec le plus de vigueur, par Flourens. Ce physiologiste célèbre [1] montra d'une manière indiscutable que le système nerveux encéphalique est le siége de l'intelligence, l'origine des sensations et l'origine du mouvement. A partir de cette époque, ce qui était soupçonné et pressenti devint acquis définitivement à la science et fondé sur des preuves solides, inébranlables.

Il faut arriver aux expériences des physiologistes contemporains pour trouver des faits nouveaux relatifs à la physiologie des circonvolutions; mais, depuis Flourens jusqu'à nos jours, évidemment guidés par les travaux de Flourens, d'autres auteurs, zoologistes ou médecins, ont apporté un grand nombre de faits intéressants, très-propres à éclairer la physiologie.

Ce qui est assez remarquable, c'est que les trois observations les plus importantes datent de la même année et sont dues à trois savants français.

1° Desmoulins [2] montre par l'anatomie comparée que le nombre et la perfection des facultés intellectuelles sont en raison directe du nombre et de la profondeur des circonvolutions cérébrales.

2° Calmeil [3], dans une série d'observations admirables, prouve que chez les aliénés, et en particulier les

1. Mémoires lus à l'Institut en 1822 et 1823. *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux*, 1re édit. 1824; 2e édit. 1842.

2. *Anatomie du système nerveux des vertébrés*, 2e partie, p. 606. Paris, 1825.

3. *De la paralysie chez les aliénés*. Paris. 1826.

paralytiques généraux, les altérations siégent à la surface grise des circonvolutions, et que par conséquent il y a un rapport direct entre les troubles de l'intelligence et les lésions de l'écorce du cerveau.

3° L'illustre doyen de la médecine française[1], M. Bouillaud, démontre par un grand nombre de faits pathologiques, que le langage est *localisé* dans les lobes frontaux du cerveau.

De 1825 à 1861, l'histoire physiologique du système cortical demeure absolument stationnaire; mais, en 1861, M. P. Broca, dans un mémoire remarquable[2], fait voir que le langage non-seulement est localisé dans le lobe antérieur, mais encore semble siéger dans une circonvolution spéciale, et dans la partie postérieure de cette circonvolution (3e frontale gauche)[3].

C'est à cette époque environ qu'on commença à regarder le plan de conformation du cerveau humain comme fixe et non livré au hasard. Les belles recherches, déjà anciennes, de Foville, celles de Leuret, Gratiolet Broca (1855-1865) établirent la fixité de la forme des circonvolutions.

Cependant, à part quelques remarques isolées faites par certains médecins, on n'admettait pas de localisations pour les différentes fonctions cérébrales à l'exception du langage[4].

1. *Traité de l'encéphalite.* Paris, 1825, p. 279.

2. *Sur le siége de la faculté du langage articulé avec deux observations d'aphémie. Bull. de la Soc. anat.*, 2e série, t. IV, 1861.

3. Il est juste de dire que cette relation entre le langage et une lésion constante de l'hémisphère gauche avait été constatée depuis 1836, sans être publiée, par M. Dax. (Voy. Dax fils, *Gaz. hebd.*, 28 avril 1865.)

4. M. Hughlings Jackson, 1868. — Un élève de M. Vulpian, M. Prévost, dit dans sa thèse inaugurale, p. 140 : « On peut observer la déviation conjuguée des yeux dans le cas de lésions superficielles d'un hémisphere. » 1868.

Les célèbres recherches de Fritsch et Hitzig[1] vinrent mettre un terme à ces hésitations et établir le pouvoir moteur de l'écorce du cerveau.

Quel que soit l'intérêt des recherches postérieures, il faut reconnaître que le premier travail de Fritsch et Hitzig renferme tout ce qu'il y a d'essentiel sur la question[2]. En effet ces deux savants ont montré:

1° Qu'il y a dans le cerveau des parties motrices (excitables par l'électricité) et d'autres qui ne le sont pas (p. 311).

2° Que les points où l'on détermine l'excitation de tel ou tel groupe musculaire sont limités très-exactement à une petite portion de la surface cérébrale (p. 311).

3° Que par des courants induits et des courants de pile on arrive au même résultat, plus régulier avec des courants de pile (p. 316).

4° Que l'extirpation avec le scalpel d'une région cérébrale localisée détermine des paralysies[3] (p. 328).

1. *Ueber die Electrische Erregbarkeit des Grosshirns. Arch. für Anat.*, 1870, 28 avril, p. 300-332.

2. On pourra lire avec intérêt la polémique acerbe de M. Hitzig à l'égard de MM. Carville et Duret, *Gaz. méd.* 1875, 6 février, et *Arch. für Anat.*, etc., 1875, p. 428 et suiv. Mais M. Hitzig a défendu une cause qui n'était pas attaquée.

3. Quelques remarques plus ou moins précises ne constituent pas des titres à la priorité d'une découverte. Une observation isolée de Griesinger (voy. Bernhardt, *Arch. für Psychiatrie*, IV, p. 480), une remarque d'Eckard (*Experiment. physiol. des Nervensystems*, Giessen, 1867, p. 157) ne sont pas des titres suffisants. A ce compte il faudrait aussi citer M. Broca, qui disait en 1861 (*Bull. de la Soc. d'anthropol.*, p. 318) : « Les circonvolutions postérieures diffèrent très-notablement des circonvolutions antérieures et moyennes. Le principe des localisations cérébrales est établi à la fois par la physiologie, par la pathologie qui montrent l'indépendance des fonctions, et par l'anatomie, qui montre la diversité des organes. » Il ne faut pas oublier non plus les travaux persévérants de M. Hughlings Jackson. Mais cela n'enlève pas à MM. Fritsch et Hitzig tous les droits d'une incontestable priorité.

On sait que cette question des fonctions motrices des circonvolutions a été traitée par un grand nombre d'auteurs. Parmi tous les nouveaux faits démontrés par les physiologistes, il y en a quatre d'assez grande importance.

A. Il n'y a pas de centres moteurs chez les nouveaux-nés (Soltmann).

B. En sectionnant la couche blanche sous-jacente, on a les mêmes effets qu'en excitant la substance grise placée au-dessus (Dupuy, Carville et Duret).

C. Les centres moteurs des membres sont aussi vasomoteurs, excito-sécréteurs (Bochefontaine et Lépine) et sensibles (Vulpian).

D. Il y a des centres sensitifs dans les circonvolutions occipitales (Ferrier).

Au point de vue médical, les recherches de M. Charcot et de ses élèves ont établi, sur des bases très-solides, la théorie des localisations; de sorte que la médecine a apporté à la physiologie une preuve peut-être nécessaire pour faire admettre l'existence des centres moteurs.

Nous étudierons maintenant la physiologie des circonvolutions. Cette étude comprend deux termes : d'une part, les propriétés de l'écorce grise; d'autre part, ses fonctions. En effet, dans la physiologie des organes, il faut distinguer toujours l'organe à l'état de repos et l'organe à l'état d'activité : ce qu'on pourrait appeler sa statique et sa dynamique.

Pour suivre cette division, nous envisagerons d'abord l'excitabilité des circonvolutions, leur état électrique et leur nutrition. Dans le second chapitre, nous examinerons leur rôle et leur fonction dans l'économie

pour la motricité, pour la sensibilité et pour l'intelligence.

CHAPITRE PREMIER

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES DES CIRCONVOLUTIONS.

A. **Excitabilité.**

Le fait qui avait frappé tous les expérimentateurs, depuis Galien et Lorry, c'est que la surface cérébrale est inexcitable, les agents chimiques, mécaniques et autres ne pouvant provoquer aucun mouvement. Mais les expériences de Fritsch et Hitzig ont réveillé l'attention des observateurs ; en sorte qu'il s'agit aujourd'hui de savoir si la substance grise est inexcitable. En général, tous les auteurs admettent que les agents mécaniques et chimiques sont impuissants à provoquer des mouvements[1].

Cependant, même pour ce qui concerne l'inexcitabilité de la substance grise aux agents chimiques et mécanique, tous les auteurs ne sont pas d'accord. Récemment M. Brown-Séquard[2] a fait sur ce sujet des expériences intéressantes. Suivant lui les excitations mécaniques et surtout thermiques de la surface cérébrale produisent, au moins temporairement, les mêmes effets que la section du nerf sympathique cervical du côté correspondant à l'excitation. Les phénomènes seraient aussi complets qu'après la section du sympathique :de plus, cette action ne se produirait qu'après l'excitation de l'hémis-

1. Nothnagel, cité par Dupuy (*London medical Times and Gaz.*, n° 1410, 1877), aurait trouvé que le cerveau du lapin est excitable mécaniquement par une épingle. Dupuy ajoute spirituellement que les lapins de Nothnagel diffèrent de ceux qu'on peut se procurer sur les marchés de France et d'Angleterre. (Voy. Nothnagel, *Virchow's Arch.*, LVIII, p. 420.)

2. *Arch. de physiol.*, 1875, p. 854.

phère droit. Eulenburg et Landois ont vu des phénomènes analogues. En appliquant du sel marin sur la surface cérébrale, ils constataient d'abord un abaissement de température (excitation) et, plus tard, une élévation de température dans les membres antérieurs, ce qu'ils attribuent à la destruction de l'écorce grise [1].

Nous ne savons jusqu'à quel point il faut attribuer ces effets à une action de l'écorce cérébrale. Il n'en reste pas moins bien acquis que les mouvements des membres, tels que les mouvements consécutifs à l'excitation galvanique, ne peuvent être provoqués par les excitations mécaniques ou chimiques du cerveau, et que, ni la substance grise ni la substance blanche cérébrales ne peuvent être excitées par ces agents.

Pour ce qui a trait à l'excitation par le galvanisme, la question est plus difficile et plus controversée encore.

En effet, quand on excite par un courant électrique modéré, soit un courant de pile, soit un courant induit, certaines régions de l'écorce grise, le gyrus sigmoïde du chien par exemple, on détermine des mouvements dans les membres de ce chien, et l'on peut en conclure que la substance grise a été excitée et a produit ce mouvement.

Cependant cette conclusion serait assez superficielle ; et c'est le mérite de Dupuy [1] et de Carville et Duret [2] d'avoir montré que le courant électrique diffusait à la base du cerveau et allait exciter la substance blanche.

En plaçant à la base du cerveau le nerf d'une grenouille galvanoscopique, Dupuy a vu que l'électrisation

1. *Berl., Klin. Woch.*, 1876, *n*os 42 et 43, *et Wirchow's Arch.*, t. LXVIII. p. 245.

2. *Thèse inaugurale*, Paris, 1873. — *Examen de quelques points de la physiologie du cerveau*, pp. 23, 26.

3. *Bull. de la Soc. de biol.*, 20 déc. 1874, p. 374.

du gyrus sigmoïde provoquait un mouvement de la patte susdite.

De même Carville et Duret ont étudié avec le galvanomètre la diffusion électrique sur le cerveau des animaux morts, aussi bien que des animaux vivants, et ils ont vu que les courants induits, même très-faibles, se propageaient d'un point de la périphérie à un autre point de la même surface et à la fois de la surface hémisphérique à une certaine profondeur dans la substance blanche cérébrale.

Toutefois il me semble que l'expérience faite avec le galvanomètre n'a pas une bien grande importance et ne prouve que peu de chose, attendu que cet appareil est si sensible qu'il permet de constater des courants de diffusion un peu partout. En électrisant le bras droit et explorant l'état électrique du bras gauche, on constate sur ce bras la présence d'un courant qui produit une déviation énorme du galvanomètre[1].

Il vaut donc mieux se servir du sciatique de la grenouille, qui est un réactif d'une grande sensibilité, et évidemment très-suffisante; car quand ce nerf ne réagit pas, la substance cérébrale ne pourra réagir, étant bien plus difficilement excitable que la patte galvanoscopique.

Or, en employant des courants électriques très-modérés, on obtient un mouvement dans les membres du chien. Cependant la patte galvanoscopique n'est pas excitée, pourvu qu'on la place à une distance suffisante, un à deux centimètres au plus des parties cérébrales qu'on excite. Par conséquent le courant électrique, s'il diffuse *physiquement*, ne diffuse pas *physiologiquement* assez

1. Onimus, *Bull. de la Soc. de biol.*, 1867 et 1874, p. 379.

pour qu'on ne puisse relativement limiter l'excitation à certaines parties bien définies du cerveau.

D'ailleurs une expérience bien simple démontre que le courant se localise en certains points de la périphérie, puisque on peut obtenir à volonté des effets négatifs ou positifs en excitant deux points séparés par des intervalles de un à deux millimètres au plus [1] (Rouget).

J'ai répété avec la patte galvanique des expériences analogues qui donnent des résultats très-nets. Il suffit de rapprocher un peu le nerf sciatique des électrodes pour qu'il soit excité. Mais, à un ou deux centimètres des électrodes, si ceux-ci sont très-rapprochés l'un de l'autre et si le courant n'est pas trop fort, il n'y a pas de diffusion.

Ici il n'est question que de diffusion périphérique; mais la diffusion de la périphérie à la profondeur ne peut guère être évitée. La couche grise est si mince qu'on ne peut se flatter de limiter l'excitation à cette partie seulement, et que nécessairement le courant va exciter les couches blanches sous-jacentes.

Cela a conduit à une autre expérience [2]. En effet, au lieu d'exciter l'écorce grise du cerveau, on peut enlever cette écorce et exciter la substance blanche placée au-dessous.

L'expérience a été faite par beaucoup d'auteurs, mais les résultats ne sont pas concordants [3].

En effet, d'une part, M. Putnam [4] a constaté qu'en en-

1. Cité par Bochefontaine, *Arch. de physiol.*, 1876, p. 171 et *Bull. de la Soc. de biol.*, 1875, p. 131.

2. Voyez, sur ce sujet, la leçon de M. Vulpian du 29 juin 1876 dans le journal *l'École de médecine:* — Carville et Duret, *Arch. de physiol.*, 1875; — Burdon-Sanderson, *Proceed. roy. Society*, june 1874, XXII, p. 338; — Ferrier, *les Fonctions du cerveau*, p. 218.

3. *Boston, Med. and Surgical Journal*, juillet 1874.

levant un lambeau de l'écorce grise, et en excitant la substance blanche sous-jacente, il fallait un excitant plus fort pour amener un mouvement. En remettant en place le lambeau sectionné, les mêmes courants seraient impuissants ; la conclusion de l'auteur de ces expériences est qu'il y a excitation de la substance grise elle-même.

Carville et Duret sont arrivés à un résultat analogue, relativement à la nécessité d'un courant plus fort quand la substance grise a été enlevée.

Hermann[1] et Braun[2] ont obtenu des résultats assez différents. Hermann a montré qu'après avoir cautérisé le cerveau et détruit la substance grise avec des agents chimiques, il suffisait de courants très-faibles pour obtenir un mouvement, et qu'en coupant des tranches cérébrales, on obtient un effet tout aussi net à mesure qu'on se rapproche des régions centrales. Dans certains cas cependant il fallait augmenter ; dans d'autres cas, diminuer la force du courant.

Braun a ajouté à cela un fait important, c'est que, si on sectionne les fibres blanches situées au-dessous du point excité, l'excitation ne détermine plus les mouvements qu'elle produisait avant la lésion. Or la section n'eût point empêché la dérivation des courants. Par conséquent, en excitant la surface, on n'excite pas les corps striés ; mais on agit sur la substance blanche sous-jacente à la substance grise ou sur la substance grise elle-même. En remettant la substance grise coupée au-dessus de la couche blanche sous-jacente, et en électrisant cette partie,

1. *Uber electrische Reizversuche an der Grosshirnrinde*, *Pflüger's Archiv*, t. X, p. 77.

2. *Eckhard's Beiträge*, etc., 1874, t. VII, p. 127. *Beiträge zur Frage uber der elektrische Erregbarkeit des Grosshirns.*

on constate qu'elle est devenue inerte par suite de la section.

D'autres faits bien constatés prouvent aussi que l'on n'agit pas sur les corps striés en excitant la périphérie du cerveau. Ainsi, dans un cas, Carville et Duret, ayant constaté sur un chien que des courants électriques énormes ne pouvaient produire de mouvements dans les muscles, firent l'autopsie de ce chien et constatèrent une lésion considérable du centre ovale, interrompant la continuité physiologique, mais non la continuité physique du corps strié avec l'écorce cérébrale. Cependant, le corps strié était intact. Donc l'excitation électrique ne diffusait pas jusqu'au corps strié [1].

Ferrier a constaté aussi que l'excitation du corps strié, ou des pédoncules, avait de tout autres résultats que l'excitation de l'écorce du cerveau [2].

Enfin, MM. Franck et Pitres, dans les recherches remarquables qu'ils ont entreprises sur les fonctions des hémisphères cérébraux, ont constaté très-fréquemment ce fait, que l'électrisation des corps striés est absolument sans résultat, quand on excite le corps strié lui-même, en ayant soin d'éviter l'excitation des fibres blanches de la capsule qui pénètrent dans le noyau de substance grise [3].

La conclusion générale est donc celle-ci. — En excitant l'écorce cérébrale, on a des courants de diffusion à la périphérie et à la profondeur. Mais ces courants

1. Carville et Duret. *Note sur une lésion pathologique du centre ovale chez un chien.* — *Arch. de phys.*, 1875, p. 136.

2. *Les fonctions du cerveau*, trad. franç., p. 258 et suiv.

3. Les recherches de MM. Franck et Pitres ont été communiquées en partie à la Société de biologie, nov. et déc. 1877. V. la *Gazette médicale* du 3 janvier 1877. — Mais beaucoup de faits donnés ici sont inédits : nous les devons à l'obligeance de notre excellent ami Fr. Franck.

sont insuffisants pour exciter soit toute la périphérie du cerveau, soit les centres ganglionnaires sous-jacents.

Pour ce qui est de l'excitabilité plus ou moins grande de la substance blanche, quand la substance grise est conservée ou détruite, il y a de grandes divergences entre les observateurs. Cependant, en examinant les faits de près, on trouve que ce désaccord tient aux conditions différentes dans lesquelles ils se sont placés.

Dans une des expériences que j'ai entreprises avec M. Bochefontaine dans le laboratoire de M. Vulpian, voici ce que j'ai constaté.

Sur un chien chloralisé, le gyrus sigmoïde est mis à nu : on excite la partie antérieure avec un courant d'intensité variable, et on constate que pour provoquer un mouvement, il faut un courant électrique (induit, de fréquence constante) répondant à la division 12 de la bobine de Dubois-Reymond [1].

En sectionnant la substance grise, et en excitant la substance blanche sous-jacente, immédiatement, sans attendre la congestion consécutive aux lésions par l'instrument tranchant, je constate qu'il suffit d'un courant extrêmement faible = 23, à peine sensible à la langue, pour provoquer une réaction motrice.

Après un repos d'une heure, l'excitabilité a beaucoup diminué, et il faut 11 pour obtenir un résultat moteur. L'excitabilité s'épuise rapidement.

On met alors à nu l'hémisphère (droit du côté opposé) : à 12, l'écorce grise ne répond pas à l'excitation, tandis

1. Cette graduation, évidemment très-imparfaite, est peut-être suffisante au point de vue physiologique. Avec une pile Gremet ordinaire, 0 veut dire très-fort, 10 de force moyenne, 20 très-faible, 30 sensible seulement au galvanomètre.

que, en enlevant l'écorce grise, à 12 la substance blanche est excitable.

Il semblerait donc qu'on put conclure de ces expériences que la substance blanche est plus excitable que la substance grise.

Cependant, comme Franck dans un grand nombre d'expériences a obtenu constamment une grande diminution de l'excitabilité après l'ablation de l'écorce grise, et que mon expérience ci-dessus rapportée est très-nette, je ne vois pas d'autre explication possible de ce désaccord que dans la différence des conditions expérimentales. Les chiens sur qui j'expérimentais étaient chloralisés, tandis que les chiens de Franck n'étaient ni anesthésiés, ni curarisés. Tout se passe comme si le chloral avait paralysé la substance grise périphérique, qui oppose alors à l'électricité la résistance d'un tissu inerte interposé entre l'excitation et les faisceaux blancs, seuls excitables.

Ainsi ces diverses expériences semblent prouver que c'est la substance grise qui en réalité est excitée.

A ces faits viennent se joindre d'autres phénomènes qui paraissent particuliers à la substance grise. Ils montrent que la réaction de l'écorce grise à l'excitation diffère de la réaction des troncs nerveux.

En effet, ainsi que j'ai eu l'occasion de le démontrer ailleurs [1], il ne semble pas que les excitations successives s'accumulent dans le nerf, tandis que très-probablement, elles vont s'accumuler dans les organes récepteurs, soit musculaires, soit sensitifs.

Il était intéressant de rechercher si l'écorce du cerveau se comporterait de la même manière. Or, voici ce que l'expérience m'a donné.

1. Thèse inaug, *Recherches sur la sensibilité* — Paris, 1877.

Sur un chien chloralisé, l'excitation de la partie antéro-supérieure du gyrus sigmoïde provoque des mouvements dans les paupières du même côté, et dans le membre antérieur du côté opposé, avec des courants fréquemment répétés, à 10 de la bobine de Dubois-Reymond.

A 0° (maximum), avec une excitation (clôture ou rupture) isolée, il n'y a *aucun effet*.

Il suffit, pour obtenir un mouvement, de faire avec la main trois à quatre interruptions assez rapides.

On remet la bobine à 10°; les excitations étant très-fréquentes, les paupières remuent, comme le membre antérieur, mais ce mouvement est très-retardé, comme Schiff l'avait vu.

Ce retard signifie tout simplement que les excitations successives se sont accumulées, et qu'elles ont fini par produire un résultat : les premières ne donnant rien, les dernières seules, qui résument toutes les autres, donnant quelque chose.

Pour expliquer ce phénomène, je crois devoir donner un de mes anciens tracés. Il montre que des excitations fréquemment répétées finissent par s'accumuler et ne produisent un mouvement qu'avec une certaine fréquence (figure 10).

Or, j'ai obtenu des phénomènes tout comparables, en excitant la surface cérébrale d'un chien et enregistrant ses mouvements.

En adaptant aux muscles du membre antérieur un appareil me permettant d'inscrire ces mouvements, j'ai vu que les excitations isolées ne produisaient aucun effet, tandis que rapprochées elles produisaient un tétanos manifeste (figure 11).

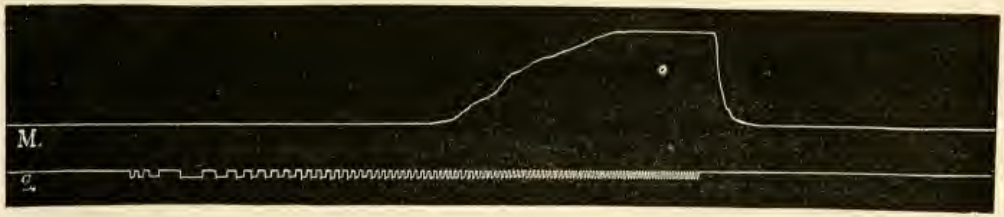


Fig. 10. — Addition latente dans le muscle de l'écrevisse. — Courant induit augmentant de fréquence.

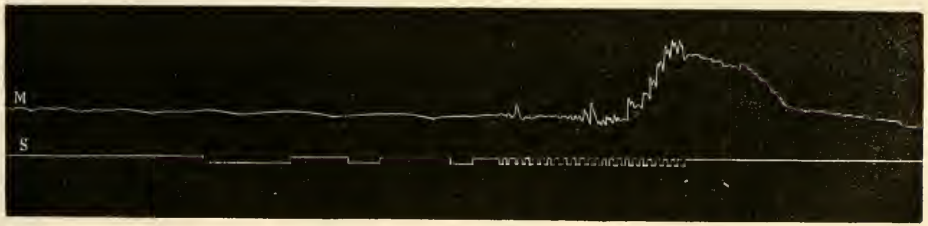


Fig. 11. — Ligne des signaux électriques. — M. Mouvements musculaires. — La partie gauche du tracé est sinueuse par suite des mouvements respiratoires communiqués.

Dans une expérience semblable, MM. Franck et Pitres ont vu aussi cette addition des excitations, même lorsqu'elles étaient espacées à une assez grande distance (figure 12).

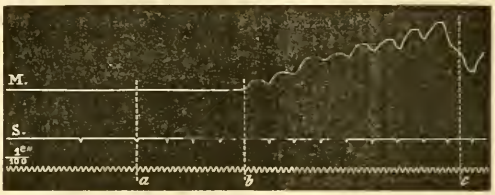


Fig. 12. — Addition des excitations dans la substance grise corticale. De *a* en *b*, excitations induites sans effet. Les secousses commencent en *b* et s'ajoutent successivement. En bas vibrations du diapason. — Cent vibr. par seconde.

Or, on ne peut supposer qu'il s'agit ici d'additions latentes soit dans la substance grise ganglionnaire, soit dans les faisceaux blancs sous-jacents à l'écorce cérébrale ; en effet, par l'excitation directe de ces faisceaux, après ablation de la substance grise corticale, on n'obtient pas d'addition des excitations.

De tous ces faits il semble donc résulter que la substance grise corticale est directement excitable.

Un certain nombre d'autres expériences viennent encore à l'appui de cette hypothèse : en effet, MM. Pitres et Franck ont montré que le retard produit par l'interposition de la substance grise était de $\frac{3}{200}$ de seconde ; chiffre qui, peu considérable en lui-même, est énorme pour une épaisseur de quelques millimètres. Cela indique que l'on n'excite pas les faisceaux blancs sous-jacents, mais bien la substance grise corticale qui réagit très-lentement à l'excitation.

On a objecté que, l'abrasion de la substance grise corticale n'empêchant pas l'électricité d'agir, on excitait

seulement les faisceaux blancs sous-jacents. Mais cela prouve-t-il que la substance corticale ne soit pas un centre ? Nullement. Supposons, en effet, comme le remarque M. Vulpian, que la portion de la substance corticale abrasée soit vraiment un centre, elle a dès lors des conducteurs qui vont aux parties profondes du cerveau. Ces conducteurs sont précisément la substance blanche, et l'excitation des conducteurs doit produire le même résultat que l'excitation des centres d'où ils partent.

Quant à la raison alléguée par Dupuy, qu'il n'y a pas de centres dans l'écorce, parce que l'excitation chimique ou mécanique ne produit pas de réaction, elle est évidemment insuffisante ; en effet, la substance blanche qui ne réagit pas aux excitants chimiques, est évidemment excitable par l'électricité ; de sorte que pour une partie quelconque du système nerveux, le fait de n'être pas excité par des agents chimiques ne prouve pas que l'électricité soit impuissante.

Nous ne pouvons insister plus longtemps sur tous ces faits, nous dirons seulement en résumé :

1° Que la diffusion périphérique peut être évitée, mais que la diffusion en profondeur de la substance grise à la substance blanche ne peut être évitée ;

2° Que la substance blanche du cerveau est certainement excitable, comme l'avait pensé Haller, contrairement à ce qu'admettait Flourens ;

3° Que probablement la substance grise corticale du cerveau est excitable par l'électricité, quoiqu'il soit presque impossible d'en donner la preuve tout à fait directe ;

4° Que dans l'ordre d'excitabilité (par l'électricité) des parties nerveuses, on peut, quoique cela soit encore hypothétique, admettre la série suivante : (*a*) Terminaisons

nerveuses; (*b*) troncs nerveux; (*d*) substance grise de ces centres; (*c*) substance blanche des centres nerveux.

J'appellerai aussi l'attention sur un fait important et jusqu'ici mal étudié, c'est la rapidité avec laquelle l'excitabilité disparaît. Il semble que les centres nerveux soient bien plus délicats que les troncs des nerfs, et que l'épuisement survienne avec une grande promptitude. En revanche, après un court repos, l'excitabilité revient très-vite.

Je n'insisterai pas sur les faits pathologiques qui semblent prouver que l'écorce grise du cerveau peut donner naissance à des convulsions épileptiformes (Hughlings Jackson). Les faits d'épilepsie partielle, dit M. Vulpian, laissent toujours dans l'esprit un doute considérable, parce qu'il est impossible de savoir si l'épilepsie a réellement pour point de départ l'irritation du point de l'écorce cérébrale où on a trouvé une lésion bien manifeste. D'ailleurs l'épilepsie partielle existe souvent sans qu'il y ait de lésion, soit à l'œil nu, soit au microscope. L'épilepsie expérimentale, observée par Franck, prouve bien l'existence de l'excitabilité de la substance grise.

Il serait intéressant d'étudier comment cette excitabilité se modifie selon la tension sanguine. Jusqu'ici, on a étudié l'influence du cerveau sur la tension sanguine, mais l'influence de la pression artérielle sur le pouvoir excito-moteur du cerveau serait curieux à étudier.

Venons maintenant à l'étude du mode de réaction de la région corticale à l'électricité. Hitzig a employé surtout les courants de pile, qui donnent des résultats meilleurs que les courants induits, interrompus, préférés par Ferrier. Des deux pôles, l'anode agit plus

énergiquement que le cathode, et à mesure qu'on affaiblit la force des courants, cette différence est de plus en plus marquée. Schiff a fait aussi quelques observations intéressantes sur le même sujet, quoiqu'elles l'aient conduit à une théorie qui est vraisemblablement erronée [1].

Le courant induit agit moins bien que le courant constant, et parmi les courants induits, c'est le courant d'ouverture qui agit le mieux. Selon Schiff, c'est parce qu'il dure plus de temps, et que pour des sensations il faut une excitation d'une certaine durée. Aussi les réactions motrices ne sont-elles pas instantanées, d'après Schiff, mais exigent-elles $\frac{1}{268}$ de seconde, tandis que si la conduction était celle du nerf, le retard serait de $\frac{1}{3000}$ de seconde seulement. Par conséquent, dit Schiff, il s'agit là d'une action réflexe.

Or cette conclusion n'est pas rigoureuse : parce que la substance corticale agit évidemment dans ces phénomènes.

Un problème très-important à élucider, non-seulement au point de vue de la méthode, mais encore au point de vue de la physiologie générale, c'est l'influence des divers poisons sur l'excitabilité du cerveau.

Hitzig avait, dans son premier mémoire [2], montré que les animaux éthérisés ou morphinisés ont encore le gyrus sigmoïde excitable, ce qu'il résume en disant : Lorsque les animaux sont profondément éthérisés, alors que toute trace d'action réflexe a disparu, l'excitabilité électrique du cerveau est en partie conservée, en partie perdue. Au contraire, avec la morphine, même à très-haute dose, on ne diminue pas cette excitabilité ?

1. *Lezioni sopra il systemo nervoso encefalico*, Firenze, 1874, et *lo Sperimentale*, XXXVII, p. 239, XXXVIII, p. 241.
2. *Loc. cit.*, p. 401.

Dans leurs expériences Carville et Duret[1] ont employé le chloral qui leur a donné de bons résultats : c'est-à-dire une insensibilité absolue d'une part, et d'autre part la conservation, avec un amoindrissement notable, de l'excitabilité cérébrale.

Dans une série d'expériences remarquables, M. Bochefontaine[2] montre qu'avec le curare qui paralyse bien les muscles volontaires, mais ne paralyse pas les muscles de la vie organique, on peut prouver que le cerveau a conservé toute son excitabilité. Cela est une confirmation intéressante des célèbres expériences de Claude Bernard, et l'on voit qu'avec le curare le système nerveux ne semble atteint que dans son union avec les muscles de la vie animale.

On peut cependant s'assurer, comme l'a montré Schiff, que si l'on plonge les animaux dans une anesthésie profonde, toute réaction motrice a disparu, et le bulbe seul reste à fonctionner. Aussi Schiff s'appuie-t-il à la fois sur ce fait et sur les autres observations mentionnées plus haut pour considérer les mouvements dus à l'excitation des circonvolutions, comme des mouvements d'origine réflexe, théorie sur laquelle nous aurons à revenir. Nous dirons seulement qu'on ne doit pas admettre, sans plus le démontrer, que le chloral ou l'éther n'agissent que sur les réflexes. Au contraire, ils agissent très-probablement sur tous les éléments nerveux.

Lorsque la chloralisation est poussée très-loin, et que le bulbe, seul vestige de la vie nerveuse sur l'animal engourdi, continue à provoquer des mouvements rhythmiques de la respiration, on peut démontrer que

1. *Bull. de la Soc. de biol.*, 1874, p. 377.
2. *Arch. de physiol.*, 1876, p. 140.

la galvanisation du cerveau n'est pas sans effet. Voici une expérience qui le prouve.

Une chatte, petite et très-maigre, est engourdie par l'éther et attachée. Je lui injecte jusqu'à 3gr. 50 de chloral, dans la veine crurale. Le crâne est ouvert, et le sillon crucial mis à nu. L'excitation de cette région ne provoque pas le moindre mouvement dans les membres, mais suspend le rhythme respiratoire. En différentes régions de l'écorce cérébrale, on trouve des points dont l'excitation arrête immédiatement la respiration. Malgré cette dose énorme de chloral, l'animal vit et respire régulièrement pendant près de quatre heures. A plusieurs reprises nous vérifions le fait que l'excitation du cerveau et l'excitation du sciatique arrêtent la respiration. Au bout de trois heures, l'excitation du sciatique est sans effet. Un peu plus tard, l'excitation cérébrale n'a plus aucune action, et tout à fait à la fin, les courants électriques, même les plus forts, ne donnent aucun effet moteur.

Nous pouvons donc admettre que c'est l'action sur la respiration qui disparaît en dernier lieu ; alors que le pouvoir excito-moteur des membres a disparu, l'action du cerveau sur le bulbe est restée intacte. Comme si tout l'appareil excito-moteur de la respiration était le dernier à se paralyser par les poisons, aussi bien pour le bulbe que pour les régions corticales du cerveau.

On a aussi cherché à voir les effets de l'asphyxie sur l'excitabilité cérébrale; et les résultats n'ont pas été très-concordants. Hitzig [1] a trouvé que l'asphyxie n'exerçait aucune action sur l'excitabilité.

1. *Unters. ueber das Gehirn. Arch. für Anat.*, 1873. p. 404.

§ 2. État thermique, électrique et chimique des circonvolutions

Peu d'expériences ont été faites sur l'état électrique et thermique des circonvolutions; c'est à Schiff [1] et Caton [2] seulement que nous devons quelques données sur ce sujet.

Schiff s'est proposé de mesurer, par des appareils thermo-électriques, l'échauffement des nerfs et l'échauffement des centres nerveux sous l'influence de diverses excitations. Je regrette de ne pouvoir entrer dans le détail de ces remarquables expériences; j'en citerai seulement les conclusions.

L'irritation sensible des nerfs périphériques produit une augmentation de chaleur dans le cerveau : l'excitation des sens spéciaux, de l'ouïe, de l'odorat, amènent le même résultat. Une impression vive, la vue d'un objet inattendu provoquent immédiatement une réaction thermique dans le cerveau. En somme, toute manifestation de l'activité psychique se traduit par une augmentation de chaleur dans les hémisphères cérébraux.

D'autres auteurs (Broca, Voisin) ont étudié non plus la chaleur du cerveau, mais la chaleur du crâne [3], et ont obtenu un résultat analogue. Toute impression vive, tout travail intellectuel augmentent la chaleur extérieure du crâne; souvent même d'un seul côté du crâne, et plus

1. *Archives de physiol.*, t. III, 1870, pp. 1, 198 et 451.

2. *Brit. med. Journal*, 28 août 1875, p. 278. C'est par erreur qu'on a traduit dans la *Revue des Sc. méd.* le passage de Caton, comme si Ferrier avait fait des expériences sur ce sujet.

3. Lombard, *Expériences sur l'influence du travail sur la température de la tête*, analyse dans les *Arch. de physiol.*, 1868, t. I, p. 670. — Broca, *Congrès de* 1877. — Voisin, *Leçons sur les maladies mentales. France médic.*, 10 *juillet* 1878. *En cours de publication.*

généralement du côté gauche (Broca). Il est probable que cette différence dans la température extérieure répond à une différence dans la température des parties profondes des hémisphères.

On pourrait supposer que ces oscillations thermiques tiennent à un changement du rhythme cardiaque, ou à une différence dans la tension locale des vaisseaux sanguins. Schiff a repoussé la première opinion; mais a été moins affirmatif pour la seconde.

Quelle que soit l'hypothèse qu'on adopte sur la cause de ces phénomènes thermiques, le fait en lui-même est très-important et concorde avec ce que nous savons de l'activité chimique de l'encéphale. Des expériences déjà anciennes [1] ont montré que l'activité cérébrale augmentait la production d'acide carbonique, d'urée, et probablement aussi de cholestérine. Par conséquent, l'excitation nerveuse qui met en activité les cellules cérébrales augmente la chaleur et augmente aussi les combustions chimiques.

Il y a un troisième phénomène corrélatif aux phénomènes chimiques, c'est la variation de l'état électrique du cerveau. Cela a été vu par Caton, qui a décrit ces phénomènes dans une courte note. A l'état normal, il existe un courant électrique qui va de la surface grise du cerveau (positive) à la partie blanche, sectionnée, ou dans laquelle on a plongé l'aiguille d'un galvanomètre (négative). Aux points où l'électrisation provoque des mouvements de la tête et du cou, Caton a vu que la surface grise du cerveau, positive dans le repos, devenait, par rapport à la section blanche, négative après les

1. Flint, *Journal de l'Anatomie*, t. I, p. 565. — Byasson, thèse inaugurale, Paris.

excitations sensitives, en particulier après l'excitation de la rétine. Le courant change de sens, et il s'y développe une *variation négative* absolument comme dans le nerf qui est excité, et dans le muscle qui se contracte. Sur un chien chloralisé, j'ai répété cette expérience avec l'électromètre de Lippmann, qui donne des indications si précises, et je n'ai pu vérifier qu'en partie l'exactitude de ces faits. Il est certain que si l'on met un électrode à la surface des circonvolutions, et un autre à la partie profonde, on constate l'existence d'un certain pouvoir électro-moteur, plus faible que celui du muscle, plus considérable que celui de la peau et des tissus fibreux. Mais en excitant le sciatique, je n'ai pu constater aucune variation dans le sens du courant électro-moteur cérébral. Peut-être l'intoxication chloralique a-t-elle empêché le phénomène de se produire. Quoi qu'il en soit, l'expérience reste à refaire, et il serait très-intéressant de suivre les variations électriques, thermiques et chimiques du cerveau, sous l'influence des excitants sensoriels ou sensitifs.

Quant à la théorie même de ces phénomènes, elle est trop complexe pour être discutée ici. La théorie de Dubois-Reymond, et de Pflüger est peut-être, à mon sens, moins satisfaisante que la théorie d'Hermann, qui explique les variations électriques par des combinaisons chimiques. Il est probable que l'état électrique est sous la dépendance des combustions chimiques exagérées qui répondent à l'activité nerveuse exagérée.

§ 3. **De la circulation dans les circonvolutions.**

Nous n'avons pas la prétention de traiter ici d'une manière complète la circulation cérébrale ; mais il con-

vient cependant d'en parler, en ce qui concerne les circonvolutions, pourvues d'un réseau artériel très-riche et très-contractile.

Cette circulation sanguine abondante est nécessaire à l'entretien de la vie de la substance nerveuse. Des expériences très-précises le démontrent. En liant les carotides et les vertébrales, on arrête plus ou moins complétement la circulation encéphalique[1], et en même temps on fait cesser tous les phénomènes d'activité de l'encéphale.

En général la circulation est d'abord complétement abolie, mais, peu après, elle se rétablit, et l'on peut conserver vivants des lapins et surtout des chiens à qui les quatre artères qui irriguent l'encéphale ont été liées.

Un autre procédé plus certain a été employé par M. Vulpian pour supprimer l'abord du sang, non-seulement dans la moelle épinière, mais encore dans le cerveau ; ce procédé consiste à injecter dans les artères de l'eau contenant en suspension une poudre pulvérulente, de la poudre de lycopode par exemple, qui va obstruer les petites artères de l'encéphale[2].

Dans ces conditions, la sensibilité et la motricité volontaire disparaissent avec une rapidité surprenante, et l'animal demeure inerte, le bulbe ayant seul conservé ses fonctions.

Sur la moelle, M. Vulpian a constaté que la substance grise était seule paralysée, la substance blanche ayant conservé sa conductibilité normale.

S'appuyant sur ces données fondamentales, M. Couty

1. Je renvoie pour l'historique de la question au travail de M. Couty, *Influence de l'encéphale sur les muscles de la vie organique.* — *Arch. de physiol.*, 1876, p. 673.

2. *Leçons sur l'appareil vaso-moteur*, t. II, 1875, p. 118.

a étudié les effets de l'anémie cérébrale par obstruction artérielle, et il a d'abord constaté que cette anémie n'a aucune action sur les vaisseaux périphériques; or l'excitation galvanique de l'écorce cérébrale agit sur les vaisseaux périphériques. Par conséquent l'excitation galvanique est un phénomène agissant autrement qu'une simple constriction artérielle.

Cela mérite d'être noté, car, pour certains auteurs, et en particulier pour M. Brown-Séquard, sans qu'il ait précisé nettement son opinion sur ce sujet, l'effet de l'excitation électrique tient uniquement à une constriction des vaisseaux. Il n'est pas probable qu'aujourd'hui il adopte encore cette opinion, pour ce qui concerne l'excitation galvanique de l'écorce cérébrale.

En effet, en examinant avec soin ce qui se passe à la surface cérébrale quand on y applique l'électricité, on ne voit pas survenir de rétrécissement vasculaire. Il m'a semblé, au contraire, que les vaisseaux se dilatent, et que des capillaires qu'on ne voyait pas auparavant deviennent visibles. Cependant je n'ignore pas que des observateurs ont vu le phénomène opposé. En résumé, il y a là, je crois, des effets complexes et qu'une analyse attentive parviendra peut-être à démêler. Mais jusqu'ici il n'y a rien de bien fixe et de constant.

M. Couty a déduit une autre conclusion de ces expériences. Puisque la substance grise n'agit pas sur les vaisseaux, et que l'électrisation agit sur les vaisseaux, l'électrisation n'agit pas directement sur la substance grise. Cette conclusion est vraisemblable, mais, comme en physiologie il faut toujours se défier des preuves indirectes, il conviendrait de faire l'expérience directe, et de voir si un animal dont l'encéphale est anémié par l'injection de poudres inertes dans les carotides, a

encore une écorce cérébrale excitable par l'électricité. Alors seulement on pourrait émettre une conclusion rigoureuse et indiscutable.

Quoi qu'il en soit, pour ce qui concerne l'influence de l'anhémie sur la fonction cérébrale, nous voyons que l'anhémie complète fait disparaître la sensibilité et la motricité volontaire avec une très-grande rapidité.

Examinons maintenant quelles sont les modifications de la circulation cérébrale à l'état normal, pendant la vie de l'individu.

Il faut tout d'abord faire remarquer combien l'expérimentation est difficile. Si on met à nu le cerveau d'un animal quelconque, le contact de l'air excitera ou paralysera les vaisseaux, et en général il produira une congestion intense et anormale. Si on recouvre d'un opercule de verre la surface cérébrale mise à nu, le sang et les liquides exsudés empêchent de voir ce qui se se passe, et d'ailleurs que pourra-t-on conclure? l'encéphalite consécutive ne sera-t-elle pas une cause d'erreur difficile à écarter? Si enfin on veut empêcher les mouvements volontaires de l'animal, mouvements qui par la production d'un effort violent changent brusquement la pression veineuse, on sera forcé de donner du chloral, de la morphine ou de l'éther, et par conséquent on ne pourra rien conclure avec certitude.

On est donc forcé de recourir à des preuves indirectes, ou à des expériences peu concluantes. Aussi les données de la physiologie sur ce sujet sont-elles encore extrêmement vagues.

On sait cependant quelque chose de précis. Il y a déjà longtemps, Claude Bernard avait constaté[1] qu'après

1. *Mém. de la Soc. de biol.*, 1853, p. 94.

la section du grand sympathique l'hémisphère du côté de la section était plus chaud que l'hémisphère du côté opposé. En cela, les artères du cerveau se comportent comme celles de l'œil, de l'oreille et de la face. M. Vulpian[1] a répété ces expériences en excitant le nerf sympathique au lieu de le sectionner, il a vu dans plusieurs cas les vaisseaux se resserrer de la manière la plus manifeste.

L'excitation du nerf sciatique, d'après M. Nothnagel, amènerait aussi une dilatation réflexe des vaisseaux de la pie-mère. Mais ce réflexe sur les capillaires encéphaliques a été révoqué en doute, et je ne pense pas qu'il y ait lieu de regarder le fait comme hors de contestation, quoique M. Regnard, dans un travail intéressant[2], ait vu des excitations périphériques amener la congestion du cerveau (Expér. I et III).

Il faut remarquer aussi, avec M. Vulpian, que, par l'excitation du sciatique, souvent les vaisseaux de l'oreille se resserrent (après la section du grand sympathique), et que le même phénomène se produit probablement dans les vaisseaux de l'encéphale. Il est donc possible qu'il y ait de la périphérie aux vaisseaux de la pie-mère des actions vasomotrices, tantôt avec dilatation, tantôt avec constriction, selon que le grand sympathique est intact ou sectionné.

Au point de vue pathologique, M. Brown-Séquard a pensé que la contraction réflexe des vaisseaux de la pie-mère pouvait produire l'excitation cérébrale par anhémie, et consécutivement l'épilepsie. Cette théorie

1. *Loc. cit.*, t. I, p. 109; t. II, p. 120 et suiv. On trouvera dans cet ouvrage l'historique très-complet de la question; il est donc inutile de le reproduire ici.

2. Thèse de Strasbourg, 1868.

semble condamnée par ce que nous disions plus haut sur les effets de l'anhémie qui paralyse immédiatement l'excitabilité du cerveau. D'ailleurs, M. Ferrier a vu qu'en provoquant chez un animal une attaque épileptiforme par l'excitation galvanique de l'écorce cérébrale, il y avait congestion et non anhémie de cette surface. Le même fait a été plusieurs fois constaté par M. Vulpian.

De nombreux auteurs ont insisté sur les rapports du sommeil avec la circulation de l'encéphale. On admettait autrefois que le sommeil était dû à une congestion cérébrale. Cela fut contesté par Durham, qui fit le premier des expériences régulières sur ce sujet[1].

Il enlevait une rondelle crânienne, mettait la dure-mère à nu, et observait le cerveau. — Il a conclu de ses expériences que pendant le sommeil normal le cerveau est anhémié, que, dès que l'animal se réveille, le cerveau se congestionne, en sorte que l'anhémie est la cause ou l'effet du sommeil.

En réalité, les expériences de Durham sont peu nombreuses et prêtent à la critique : j'en dirai autant des observations qu'on a prises sur des malades ou des blessés[2].

Quant aux expériences de Regnard, faites surtout sur des animaux chloroformisés, elles ne prouvent rien pour l'état normal, ou du moins la démonstration est insuffisante[3].

1. *Physiology of the Sleep. Guy's Hospital Reports*, 1860. p. 149 et suiv.

2. Krauss, *Gaz. hebd.*, 1854.— Brown, *American Journ. of med. science*, 1861, etc.

3. Voy. l'excellente thèse de Langlet, *Etude critique sur quelques points de la physiologie du sommeil*, th. inaug., Paris, 1872.

Fleming[1] a fait quelques recherches qui lui ont paru confirmer la théorie de la production du sommeil par l'anhémie. En comprimant fortement les carotides, on obtient une hypéresthésie passagère, caractérisée par des vertiges, des bourdonnements d'oreille, une hypéridéation analogue à celle de la somnolence, et enfin la somnolence, le sommeil et l'anesthésie. Mais quel rapport y a-t-il entre ces phénomènes et le véritable sommeil?

M. Brown-Séquard a défendu aussi la théorie de l'anhémie cérébrale comme cause de sommeil, et il assimile, jusqu'à une certaine mesure, le sommeil normal à une légère attaque d'épilepsie. Il y a là un rapprochement ingénieux, mais on ne peut expliquer un phénomène dont on ne connaît pas la cause par un autre phénomène plus mystérieux encore[2].

En tout cas, la théorie de l'anhémie, appuyée sur les faits de Durham et de Fleming, n'entraîne pas la conviction, d'autant plus que d'autres faits semblent prouver le contraire.

Ainsi les expériences directes entreprises à l'effet de juger l'état de la surface cérébrale, n'ont jamais pu donner les mêmes résultats. Ni Regnard, ni Langlet, ni Durham, ni Hammond, ni J. Cappie[3] n'ont pu arriver à préciser, par ces méthodes, l'état de la circulation cérébrale pendant le sommeil.

M. Gubler[4] a pensé que l'observation de la pupille pourrait donner d'utiles indications. En effet, on admet,

1. *Anesthésie par la compression des carotides* (*Bull. gén. de thérapeut.*, t. XLIX, p. 37).

2. Voyez pour l'exposé des opinions, déjà anciennes, de M. Brown-Séquard à ce sujet l'analyse qu'il donne d'un travail de Kussmaul et Tenner. — *Journ. de physiol.*, t. I, 1858, p. 201.

3. *The causation of sleep*, Edinburg, 1872.

4. *Gaz. des hôp.*, 1858.

et beaucoup de faits semblent le prouver, que la circulation de l'encéphale et celle de l'iris sont liées l'une à l'autre, la congestion de la première coïncidant toujours avec la congestion irido-choroïdienne. Or, toutes les fois que l'iris est congestionné, la pupille est rétrécie : par conséquent, le rétrécissement de la pupille est un symptôme de la congestion cérébrale.

Il est certain que pendant le sommeil normal, il y a presque toujours constriction de la pupille; mais ne doit-on pas aussi, comme je l'ai dit plus haut, accueillir avec prudence les preuves indirectes pour lesquelles il faut une série de raisonnements, excellents en apparence, mais peut-être erronés en réalité?

Pour affirmer qu'un fait est, il faut l'avoir vu; et malheureusement, on n'a pas encore vu si le cerveau était congestionné ou anhémié, pendant le sommeil normal, en dehors de toute complication pathologique ou expérimentale. Donc la question est litigieuse, et le protocole reste ouvert.

Toutefois, il faut reconnaître qu'on a, dans ces derniers temps, grâce aux appareils enregistreurs, enrichi la science d'un certain nombre de données précieuses relatives à la circulation cérébrale.

Il y a déjà longtemps que Magendie[1], Bourgougnon[2] et mon père[3] ont étudié les mouvements du cerveau et les oscillations du liquide céphalo-rachidien[4].

Ces travaux avaient démontré que l'encéphale se

1. *Journ. de la physiol.*, t. VI et t. VII, 1825.
2. *Th. inaug.*, Paris, 1835.
3. *Anat. méd. chir.*, 1re éd., 1857.
4. Nous renvoyons pour la partie bibliographique à la thèse très-complète de notre ami le Dr Salathé, *Recherches sur les mouvements du cerveau*, Paris, 1877. La plupart des expériences qui y sont mentionnées se trouvent dans les *Comptes rendus du laboratoire de M. Marey* pour 1876.

gonfle pendant les efforts respiratoires violents, et que les mouvements cérébraux sont sous la dépendance de l'impulsion cardiaque, d'une part, et, d'autre part, du rhythme respiratoire.

La méthode graphique a donné, entre les mains de Salathé, de Franck[1] et de Mosso et Giaccomini[2], des résultats fort remarquables qui confirment et complètent les opinions des anciens observateurs.

Quoique ces expériences, ainsi que le reconnaissent Franck[3] et Salathé[4], ne puissent servir à juger la question de la cause circulatoire du sommeil, elles nous donnent néanmoins des faits positifs relativement à la tension artérielle dans le cerveau.

Les faits principaux qui se dégagent de cette étude sont les suivants :

1° Pendant le repos, en l'absence de tout effort, les mouvements du cerveau ne répondent pas au rhythme respiratoire, mais uniquement au rhythme artériel ;

2° A chaque systole cardiaque, il y a une augmentation de volume, une sorte de congestion du cerveau.

Le fait est analogue à ce que Piégu, Mosso et surtout Franck ont si bien étudié pour les diverses parties du corps : seulement, par suite de la vascularité énorme de l'écorce cérébrale, le phénomène est bien plus intense pour le cerveau.

3° Les efforts respiratoires, dans l'inspiration ou dans l'expiration, amènent des changements énormes dans les mouvements du cerveau et dans le volume de cet

1. *Recherches sur les mouvements d'expansion du cerveau.* — *Journ. de l'anat.*, 1877, p. 267.
2. *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 3 janvier 1877.
3. *Loc. cit.*, p. 285.
4. *Loc. cit.*, p. 48.

organe. L'expiration et l'effort augmentent le volume du cerveau, l'inspiration, au contraire, diminue beaucoup ce volume. La compression des veines du cou augmente le volume du cerveau.

4° C'est le liquide céphalo-rachidien qui est le tuyau de dégagement qui empêche la pulpe cérébrale dilatée d'être comprimée par la boîte crânienne (A. Richet).

Si nous rapportons ces faits, c'est d'abord, parce que ce sont les seuls faits positifs que nous ayions, relativement à la circulation cérébrale, et ensuite, parce que la circulation cérébrale est en réalité la circulation des circonvolutions. Les parties blanches sont peu vasculaires, et les parties grises centrales ont un volume bien inférieur au volume des parties grises de l'écorce du cerveau. On pourrait presque dire que la moitié du sang qui arrive à l'encéphale est réservée à la substance grise périphérique.

Ainsi les circonvolutions ne contiennent pas toujours la même quantité de sang. A chaque battement artériel, cette quantité varie, et cela ne trouble en rien la fonction de l'organe.

Quant aux données que nous fournit la pathologie, relativement à la congestion ou à l'anhémie cérébrales, elles ont peu de valeur (maladies du cœur, névroses du grand sympathique, migraine, maladie du sommeil, pléthore sanguine), et je ne les discuterai pas ici.

CHAPITRE II

FONCTIONS DES CIRCONVOLUTIONS.

Nous ne pouvons malheureusement traiter cette vaste question, avec tous les développements qu'elle comporte.

Cependant nous tâcherons de mettre en lumière les points positifs acquis à la science par les divers procédés d'investigation qu'on a employés.

On peut dire que les circonvolutions ont trois fonctions principales : elles servent à la motricité, à la sensibilité, à l'intelligence; nous les envisagerons à ces trois points de vue successivement.

§ 1. **Fonctions motrices.**

A. Des méthodes d'investigation :

Méthodes d'excitation. Nous avons plus haut traité des méthodes qui consistent à électriser certaines parties de l'écorce cérébrale. Quelques points seulement nous restent à noter.

A. Il faut que le courant ne soit pas trop fort.

B. Il faut que les électrodes soient très-rapprochés l'un de l'autre.

C. Il faut éviter avec soin que la surface de la plaie soit remplie de sang.

Toutes ces conditions favoriseraient la diffusion, et on ne peut donner de conclusion exacte que si on a pris toutes ces précautions.

Il faut encore éviter les ébranlements de l'encéphale, la perte de sang, l'exposition prolongée des circonvolutions à l'air. En tout cas, les résultats ne seront comparables que si les conditions expérimentales sont les mêmes (chloroforme, chloral, morphine, etc.).

En somme, l'excitation électrique est un excellent procédé, mais qui doit être contrôlé par d'autres méthodes, attendu qu'il peut donner prise à des objections assez graves.

Méthodes de destruction. L'abrasion a été d'abord employée par Fritsch et Hitzig. En enlevant avec le bistouri une mince rondelle de substance cérébrale, on voit survenir des paralysies qui ont été surtout bien étudiées par Carville et Duret.

Au lieu d'opérer avec un bistouri, on peut enlever avec la curette une petite portion de substance cérébrale, ou bien encore cautériser avec le fer rouge. D'après Carville et Duret, tous ces procédés donnent à peu près les mêmes résultats. Ces auteurs ont montré que des chiens opérés ainsi présentaient certains phénomènes de paralysie, ou mieux de parésie ; le trouble moteur, n'étant jamais absolu.

Une deuxième méthode a été employée par MM. Fournié, [1] Nothnagel [2] et Beaunis [3]. Cette méthode consiste à faire l'injection d'un liquide caustique (chlorure de zinc, perchlorure de fer, acide chromique) qui détruit la région cérébrale avec laquelle il est en contact.

Il est douteux que cette méthode, par suite de la diffusion des liquides et de l'inflammation consécutive, donne de bons résultats, au moins pour la périphérie du cerveau, tandis que pour les corps striés et les couches optiques, la méthode des injections interstitielles semble avoir donné à Nothnagel quelques faits assez précis.

A cette méthode des injections interstitielles, il faut évidemment rattacher la méthode de Goltz, qui injecte de l'eau comprimée sur les différents points de l'hémi-

1. *Recherches expérimentales sur le fonctionnement du cerveau*, Paris, 1873.

2. *Wirchow's Archiv*, t. LVII, LVIII, LX et LXII; *Experimentelle Untersuchungen ueber die Fonctionen des Gehirns.*

3. *Traité de physiol.*, 1876, note 5, p. 1101.

sphère. Ce procédé qui détruit sur une assez vaste étendue l'écorce du cerveau, ne paraît pas applicable à la détermination des régions motrices des circonvolutions.

La troisième méthode est celle de M. Vulpian et de M. Couty; nous en avons parlé plus haut.

Cette méthode consiste à injecter de la poudre de lycopode, et à examiner ensuite l'état des artères du cerveau, de manière à savoir exactement quelles régions cérébrales ont été anémiées.

Il est certain que ce procédé expérimental peut jusqu'à un certain point servir à nous faire connaître l'influence générale de l'encéphale, mais, pour ce qui est de la localisation précise d'un phénomène à une circonvolution, ou à une région déterminée, il est douteux que ce moyen soit suffisant: en tout cas ce peut être un moyen de contrôle utile.

En somme, c'est la méthode des destructions superficielles, soit par le bistouri, soit par le fer rouge, et la méthode de l'excitation électrique qui ont rendu, et rendront les plus grands services. Elles ne sont pas sans inconvénients ; mais on n'en connaît pas de meilleures.

B. Action des circonvolutions sur les muscles de la vie animale.

Lorsque, à l'exemple de Fritsch et Hitzig, on excite la partie superficielle de l'encéphale d'un chien, avec un courant électrique modéré, on voit dans la partie du corps opposée à l'hémisphère excité, des mouvements se produire, qui varient avec le point excité, et diffèrent dans une certaine mesure selon des conditions qu'il s'agit de déterminer.

Le caractère général des mouvements provoqués ainsi

est assez différent de ce que nous connaissons des mouvements provoqués par l'excitation des nerfs ou des muscles. Ce sont des mouvements d'ensemble, limités à un groupe, ou mieux à une fonction musculaire. Ils semblent comme destinés à un usage quelconque. Enfin, ils sont beaucoup plus lents et beaucoup plus faibles que les mouvements dûs à l'excitation directe nerveuse ou musculaire.

A vrai dire, la limitation précise des parties motrices de tel ou tel membre intéresse peut-être moins le physiologiste que le médecin; cependant on a beaucoup écrit sur cette question.

La figure suivante donne l'idée des centres trouvés par

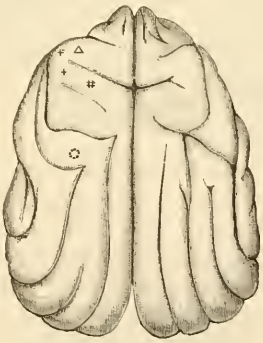


Fig. 13. — Cerveau du chien, pour servir à expliquer les recherches de Fritsch et Hitzig.

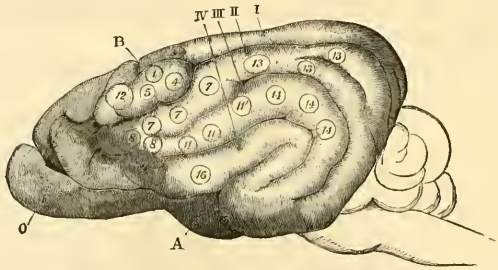
Triangle. Centre des muscles du cou[1]. — *Croix et point.* Centre des extenseurs et adducteurs du membre antérieur.— *Croix.* Centre de flexion et de rotation du membre antérieur. — *Quadruple croix.* Centre du membrepostérieur. — *Cercle.* Centre du nerf facial (?).

Hitzig et Fritsch, et la légende placée ci-dessous explique suffisamment leur opinion.

Le premier résultat acquis par Fritsch et Hitzig, con-

firmé par Ferrier, Carville, Duret, et beaucoup d'autres auteurs, est que la partie qui environne le sillon crucial est seule motrice.

Il y a cependant quelques exceptions à cette règle ; ainsi, au point marqué d'un triangle, il y aurait, selon Hitzig, quelques mouvements dans les muscles du cou : mais ces mouvements ne se produiraient pas constamment. Ferrier, dans ses nombreuses et intéressantes expériences, a différé un peu de Hitzig. Quant à la localisation des parties, voici la figure qu'il en donne :



Hémisphère gauche du cerveau du chien (d'après Ferrier).

A. Scissure de Sylvius. — B. Sillon crucial. — O. Bulbe olfactif. — I, II, III et IV indiquent les première, deuxième, troisième et quatrième circonvolutions respectivement.

Fig. 14. — Cerveau de Chien pour servir aux expériences de Ferrier.

1. La patte de derrière s'avance pour marcher.
3. Mouvement ondulatoire de la queue.
4. Rétraction et adduction du membre antérieur.
5. Élévation de l'épaule et extension en avant.
7. Mouvements des yeux.
8. Rétraction de l'angle de la bouche.
9. Ouverture de la bouche et aboiement.
11. Rétraction de l'angle de la bouche.
12. Ouverture des yeux : la tête se tourne du côté opposé.
13. Les yeux se dirigent du côté opposé.

14. L'oreille se dresse.

15. Torsion de la narine du même côté (?).

Ces expériences ont été répétées sur des chacals, sur des chats, et même sur des animaux dont les circonvolutions sont presque nulles. En somme, cela a assez peu d'intérêt, d'autant plus que la localisation exacte de ces excitations par rapport aux mouvements produits, n'est rien moins que certaine.

L'expérience sur le singe a été faite par Hitzig, et aussi à plusieurs reprises par Ferrier. Nous donnons ici la figure où Ferrier a représenté les divers points excitables de l'écorce cérébrale d'un singe :

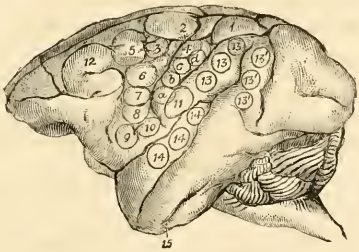


Fig. 15. — Région latérale des hémisphères du singe, d'après Ferrier.

1. Le membre postérieur s'avance comme pour marcher.

2. Mouvements complexes de la cuisse, de la jambe et du pied.

3. Mouvements de la queue.

4. Rétraction et adduction du bras.

5. Extension en avant du bras et de la main.

6. Supination et flexion de l'avant-bras.

7. Action des zygomatiques qui tirent la bouche en arrière et l'élèvent.

8. Élévation de l'aile du nez et de la lèvre supérieure.

9 et 10. Ouverture de la bouche et rétraction de la langue.

12. Ouverture des yeux qui se dirigent du côté opposé. Pupilles dilatées.

13. Les yeux se dirigent du côté opposé, se portent en haut (13), en bas (13′). Pupilles contractées.

14. L'oreille se dresse, les pupilles se dilatent, la tête et les yeux se tournent du côté opposé.

Par suite de la ressemblance du cerveau du singe et

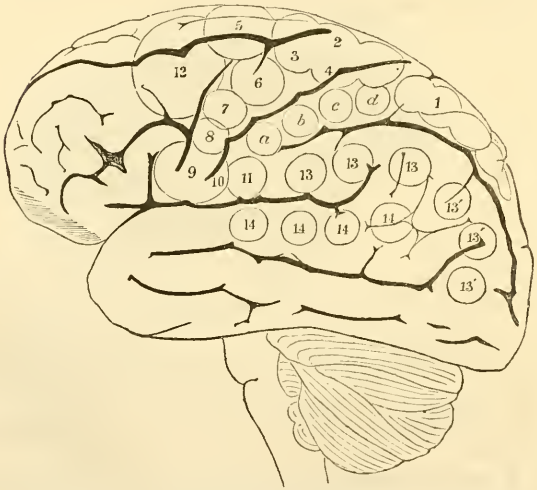


Fig. 16. — Vue de côté du cerveau humain (Mêmes lettres que pour la figure précédente).

du cerveau humain, les expériences faites sur le singe peuvent servir à déterminer les centres moteurs de

l'homme, et Ferrier a indiqué sur cette figure schématique, comment ses déterminations expérimentales peuvent s'appliquer à l'homme[1].

Ainsi, les excitations autour du sillon de Rolando, chez le singe, donnent le même résultat que les excitations du gyrus sigmoïde chez le chien. Partout ailleurs, à la périphérie des lobes occipitaux, ou même des lobes frontaux, on ne peut voir survenir aucun mouvement.

Cependant la question est moins simple qu'on le croirait tout d'abord, et n'est pas résolue, en sorte qu'il y a encore bien des incertitudes.

Ainsi Hitzig[2], dans d'autres expériences, semble incliner à croire que la partie antérieure du gyrus sigmoïde, celle qui dans sa figure répond à peu près à la lettre N et au signe A, d'une part n'est pas excitable par l'électricité, et d'autre part peut être enlevée sans qu'il y ait paralysie. Au contraire, la partie postérieure du gyrus sigmoïde (celle qu'il désigne par E dans ses figures), et qui répond aux lettres 1, 5 et 4 de la figure 14, ne peut être détruite sans qu'il y ait paralysie.

A la vérité, il survient avec cette paralysie une série de phénomènes complexes, difficiles à démêler, que Schiff a désignés sous le nom d'ataxie, et que Hitzig considère comme signifiant l'abolition de la sensibilité musculaire : ainsi outre les phénomènes de la paralysie (défaut d'énergie, de volonté), il y aurait aussi des phénomènes d'anesthésie spéciale, en particulier d'anesthésie musculaire.

Récemment M. Marcacci[3] a vu que la zone excitable du cerveau des brebis est en grande partie située au de-

1. *Fonctions du cerveau*, trad. française, par Duret, 1878, p. 222.

2. *Neue Untersuchungen. Arch. für Anat.*, 1874, p. 432.

3. Arturio Marcacci, *in Rendiconto delle ricerche sperimentali eseguite nel gabinetto di fisiologia della R. Università di Siena.* — Milan 1876.

vant du sillon crucial; on y trouve quatre centres distincts : un pour les mouvements des membres antérieurs, un pour les muscles de la nuque, un pour la face et la langue, et enfin un pour les mouvements de la mâchoire. On ne trouve pas de centre distinct pour les mouvements des membres postérieurs.

Pour Ferrier, la partie antérieure du gyrus sigmoïde produit des mouvements, soit dans la tête, soit dans les yeux, soit dans le cou. J'ajouterai que, dans les expériences faites avec M. Bochefontaine, nous avons pu confirmer ce fait et constater qu'avec des courants assez modérés, on provoque des mouvements, soit dans les yeux, soit dans les paupières.

Sur un chien chloralisé, nous avons vu l'électrisation de la partie antérieure du gyrus sigmoïde provoquer la contraction de l'orbiculaire palpébral du même côté, sans qu'on pût incriminer la dure-mère, qui était sectionnée très-loin, et qui, étant excitée, ne donnait pas naissance à ce même réflexe.

Un autre fait semble prouver qu'il n'y a pas pour la manifestation de tel ou tel mouvement, la régularité qu'on a voulu y voir. En effet, sur le même chien, fixant l'excitation électrique en un même point, en arrière du sillon crucial, sans changer la position des électrodes, nous vîmes successivement, selon la force du courant, un mouvement du membre antérieur, un mouvement du membre postérieur (avec très-faible mouvement du membre antérieur), et un mouvement très-fort des deux membres.

Par conséquent, la localisation absolue, inflexible, c'est-à-dire la limitation rigoureuse des zones motrices est presque impossible à faire. Il existe des zones qui empiètent les unes sur les autres ; mais aucune

de ces zones n'a de limites constantes rigoureusement déterminées. Les dissentiments des auteurs en sont la meilleure preuve.

Si j'osais dire mon opinion sur ce sujet, je dirais que c'est un point de mince importance, quant aux détails. Il importe assez peu de savoir s'il y a un centre pour l'oreille, et à combien de millimètres il est distant du centre de la pupille. Ce qui est important, c'est d'être sûr qu'il y a réellement des centres, ne fût-ce qu'un seul, pour certains mouvements déterminés.

Or ce qui est prouvé maintenant (pour le chien), c'est que la partie postérieure du sillon crucial est la région éminemment excitable, en haut, pour le membre postérieur, en bas, pour le membre antérieur.

Je renvoie au livre de Ferrier pour ce qui concerne les centres des autres mouvements musculaires, centres bien plus contestables, et exigeant évidemment de nouvelles recherches.

Quant à l'excitation de la surface du cervelet qui a donné à Ferrier des mouvements dans les yeux, nous n'avons pas en nous en occuper ici : nous dirons seulement que les phénomènes de diffusion vers le bulbe doivent être bien plus marqués qu'avec l'excitation des hémisphères.

L'électricité n'ayant pas donné des résultats tout à fait indiscutables [1], on a naturellement cherché à lui adjoindre un autre procédé : celui de l'abrasion.

D'après Carville et Duret, les résultats de cette opération seraient les suivants :

1° La paralysie se limite à un groupe de muscles bien déterminé.

1. Voy. ce que nous en disons plus haut, p. 65 et suiv.

2° Elle est intermittente.

3° Elle guérit au bout de cinq à six jours.

En général, la paralysie n'est pas complète; elle consiste en une sorte de claudication, telle que le chien opéré ne peut plus redresser la patte, et marche sur le dos du pied. Goltz a remarqué que les chiens ne pouvaient plus donner la patte, mais qu'ils contractaient très-bien tous les muscles, dans les mouvements d'ensemble, lorsque ces mouvements y étaient sollicités par des réflexes.

Schiff a insisté sur les phénomènes d'ataxie et de troubles du mouvement consécutifs aux ablations de l'écorce, et il compare les animaux ainsi opérés à des animaux qui ont subi la section des cordons postérieurs de la moelle [1].

Albertoni et Michieli [2] ont donné les conclusions suivantes de leur travail:

A. Dans quelques cas rares on n'obtient aucune paralysie, quoique on ait opéré exactement autour du gyrus sigmoïde.

B. Les effets sont plus prononcés, et plus durables chez les chiens, plus transitoires et moins nets chez les lapins.

C. La parésie diminue le lendemain de l'opération chez les chiens; elle a déjà disparu chez les lapins. Au quatrième et cinquième jour tous les phénomènes chez les chiens ont disparu.

Cependant il paraît certain que dans quelques cas, il y a eu des destructions, plus ou moins étendues d'un hé-

1. On trouvera le récit de phénomènes semblables dans les mémoires de Goltz, *Ueber die Verrichtungen des Grosshirns, Pflüger's Archiv*, t. XIII, et de Hitzig, *Neue Folge*, etc., *Archiv für Anat.*, 1876, p. 692.

2. *Lo Sperimentale*, févr. 1876.

misphère cérébral, en tout cas de la région motrice. sans paralysie bien apparente. On pourrait citer à ce sujet une expérience de Renzi, citée par Lussana et Lemoigne [1], dans leur remarquable travail. Il y est noté toutefois que la station était régulière, mais que l'animal tenait le corps penché à droite.

Le fait qu'a publié M. Bochefontaine [2] est encore plus significatif. « M. Vulpian, dans une des leçons de son cours de 1875, reproduisit sur plusieurs chiens les expériences de Hitzig. Chez l'un d'eux, l'expérience terminée, la plaie fut suturée, et l'on constata de nouveau l'absence complète de paralysie. L'animal fut conservé : Quelques jours après un autre chien le mordit, arracha les sutures, et la portion du cerveau fit hernie, à l'état de bouillie rougeâtre, à travers l'ouverture du crâne. La plaie se cicatrisa sans accident ; on observa le chien encore deux mois pendant lesquels il ne se manifesta aucune paralysie. »

Ainsi les résultats de cette méthode sont les suivants.

A. Chez la très-grande majorité des chiens, l'ablation des circonvolutions du gyrus produit des paralysies.

B. Ces paralysies sont transitoires.

C. Chez un très-petit nombre de chiens on ne les observe pas.

Or tous ces phénomènes, il importe de le dire dès maintenant, se retrouvent dans les cas pathologiques : En effet : 1° on a un certain nombre (très-restreint d'ailleurs) d'observations, dans lesquelles il est noté que, tout un hémisphère cérébral a été détruit sans qu'il y ait eu de paralysie apparente.

1. *Des centres moteurs encéphaliques*, 1877 ; *Arch. de physiol.*, p. 121.
2. *Bull. de la Soc. de biol.*, 1875, p. 387.

On pourrait en citer plusieurs cas. Je résumerai en quelques mots le suivant, cité par MM. Lussana et Lemoigne [1] et emprunté au professeur Porta :

« Une jeune femme eut un abcès au front.... on put reconnaître par un sondage la destruction du lobe correspondant. Pendant les trois derniers jours de sa vie le sujet continua à posséder entièrement ses facultés mentales, sensibles et motrices, comme si le cerveau n'avait eu aucune lésion, jusqu'aux derniers moments où les convulsions et le coma terminèrent la scène. Dans le cadavre, on trouva l'hémisphère droit, *entièrement* suppuré, c'est-à-dire converti en une matière jaune gris puriforme.... ; tout à fait désorganisé et anéanti. »

Comme mon intention n'est pas d'être complet pour ce qui touche la pathologie, mais seulement de citer ce qui peut servir à la physiologie, je ne rapporterai pas les autres faits analogues, qu'on trouverait (un petit nombre, il est vrai, sont bien authentiques) soit dans les anciens Recueils de chirurgie, soit dans les Bulletins de la société anatomique [2], etc. Il convient d'ajouter avec M. Charcot que beaucoup de ces observations sont sans valeur, mais il serait bien difficile de nier l'authenticité de toutes.

Ainsi, sur l'homme comme sur le chien, il y a des exceptions à cette loi générale et bien avérée, que la destruction de certaines parties corticales entraîne la paralysie de certains muscles.

2°. Les caractères de ces paralysies sont les mêmes que ceux des paralysies expérimentales, et je ne peux

1. *Loc. cit*, p. 122.
2. Voy. aussi le mémoire de M. Brown-Séquard dans les *Arch. de physiol.*, 1877, p. 655.

mieux faire que de citer les paroles de M. Charcot [1].

« Il est des hémiplégies corticales qu'on peut appeler ainsi pour les opposer aux hémiplégies centrales. Ces paralysies sont limitées, transitoires et variable par opposition à l'hémiplégie centrale, totale, envahissant tout un côté du corps, et offrant toujours les mêmes caractères ; la paralysie corticale est anormale, partielle, à telle enseigne qu'elle peut n'être qu'une monoplégie ou bien n'intéresser que la face seule. »

D'ailleurs ces modifications curieuses de l'innervation corticale motrice seront étudiées plus tard quand nous ferons la théorie de ces phénomènes.

Quelques questions sont encore à résoudre pour lesquelles la pathologie nous fournit des renseignements très-précieux.

1° La lésion d'une circonvolution ou d'une région très-limitée de l'écorce cérébrale peut-elle à elle seule provoquer une paralysie ?

Nous pourrions citer un grand nombre d'observations [2] ; nous nous contenterons de rapporter celle-ci qui est très-nette :

Un phthisique fut pris tout à coup d'une faiblesse du membre supérieur gauche, sans perte de connaissance ; cette faiblesse alla en augmentant jusqu'à la mort qui survint le quatrième jour. La paralysie était beaucoup plus prononcée à l'avant-bras qu'au bras et occupait particulièrement les muscles innervés par le radial. Pas de trouble de la sensibilité.

1. Dans la thèse inaugurale de M. Landouzy, Paris, 1876, p. 56, *Convulsions et paralysies liées aux méningo-encéphalites.*

2. Voy. Charcot et Pitres, *Contribution à l'étude des localisations dans l'écorce des hémisphères du cerveau ;* in *Revue mens. de méd. et de chir.*, 1877, nos II et III. — Bourdon, *Rech. cliniques sur les centres moteurs des membres*, in *Bull. de l'Acad. de méd.*, 1875, 2e série, t. VI, no 43. — Foville, *Ann. méd. psychol.*, t. XVI, janvier 1877. — *Bull. de la Soc. anat.*, 875, 1876, 1877, 1878. — *Bull. de la Soc. de biol.*, 1876, 1877, 1878. —

Autopsie. On trouva un tubercule gros comme un grain de millet, qui, plongé dans la substance corticale, était entouré d'une zone de ramollissement rouge de 1 centimètre de diamètre. Cette lésion occupait la lèvre postérieure du sillon de Rolando (pariétale ascendante), à 5 centimètres et demi du bord supérieur de l'hémisphère. Les autres parties du cerveau étaient absolument intactes [1].

2° Où sont localisées les altérations pathologiques et corticales qui donnent lieu à des paralysies?

Les observations pathologiques de maladies cérébrales sont venues jusqu'à un certain point confirmer la doctrine des localisations corticales. Ces faits ont été produits en grand nombre dans ces dernières années, et l'on peut regarder comme un résumé exact de la situation actuelle de cette question les conclusions formulées à la fin du Mémoire de MM. Charcot et Pitres [2]; elles sont déduites des observations qu'il renferme :

a L'écorce du cerveau n'est pas fonctionnellement homogène : une partie seulement est affectée à l'exercice régulier des mouvements volontaires. Cette partie, que l'on peut appeler zone motrice corticale, comprend le lobule paracentral, la circonvolution frontale ascendante, la circonvolution pariétale ascendante et peut-être aussi le pied des circonvolutions frontales;

b Touts les lésions corticales, quelle que soit leur étendue, siégeant en dehors de la zone motrice, sont latentes au point de vue des troubles de la motilité;

Lépine, in *Revue mens. de méd. et de chir.*, mai 1877. — Ferrier, *British med. Journ.*, mars et avril 1878. — *Bull. de l'Acad. de méd.*, 1877, observ. de MM. Lucas-Championnière, Terrillon et Proust; rapport de M. Gosselin.

1. Maurice Raynaud, *Bull. de la Soc. anat.*, 25 juillet 1876.
2. *Loc. cit.*, p. 456.

c Au contraire, les lésions destructives, même très-limitées, atteignant directement ou indirectement la zone motrice provoquent *nécessairement* des troubles de la motilité volontaire.

Enfin M. Pitres[1] a montré que les lésions intéressant le centre ovale ne se manifestent par des troubles moteurs que si elles atteignent les *faisceaux* sous-jacents à la zone des centres moteurs corticaux (faisceaux fronto-pariétaux) tandis que, si elles intéressent les faisceaux préfrontaux, occipitaux et sphénoïdaux, il ne se produit aucun trouble de la motilité. Selon lui, les fibres qui composent les faisceaux du centre ovale sont des conducteurs dont la section empêche les manifestations de l'activité des centres corticaux, absolument comme l'interruption de la continuité du fil télégraphique empêche le courant d'arriver jusqu'aux appareils récepteurs, et rend inutile l'action de la pile.

Telle est d'une façon générale la topographie de la zone motrice corticale. Mais ne serait-il pas possible de déterminer d'une façon plus précise quel est le centre moteur de tel ou tel membre, de tel ou tel groupe musculaire ?

L'examen des observations a permis à MM. Charcot et Pitres de dire que les centres moteurs corticaux pour les membres du côté opposé sont situés dans le lobule paracentral et dans les deux tiers supérieurs des circonvolutions ascendantes, et que les centres pour les mouvements de la face sont placés dans le tiers inférieur des circonvolutions ascendantes, au voisinage de la scissure de Sylvius.

1. *Recherches sur les lésions du centre ovale et des hémisphères cérébraux étudiées au point de vue des localisations cérébrales*, Thèse. Paris, 1877.— Voy. aussi Ballet, *Gaz. méd.*, 1878. nº 2.

A vrai dire, il ne s'agit ici que des parties inférieures de la face, attendu que les lésions cérébrales donnent lieu à une hémiplégie qui est toujours limitée aux parties inférieures de la face, le facial supérieur restant indemne (orbiculaire des paupières — sourcilier — frontal), dissociation symptomatique qui nous donne le droit de chercher une dissociation anatomique corrélative.

Il est probable que le centre des mouvements isolés du membre supérieur siége dans le tiers moyen de la circonvolution frontale ascendante.

Enfin, on ne connaît pas encore exactement la situation des centres moteurs corticaux de la nuque, du cou, des yeux, ni des paupières[1].

De même les faits de déviation conjuguée de la tête et des yeux après une lésion hémisphérique n'ont pas encore trouvé de solution absolument satisfaisante.

La paralysie est-elle la conséquence nécessaire de la destruction de la zone motrice? M. Charcot, comme on vient de le voir, répond affirmativement. Mais telle n'est pas l'opinion de tous les physiologistes. MM. Vulpian, Brown-Séquard citent quelques exceptions à cette règle, et font remarquer que, s'il existe des centres corticaux, leur suppression devrait amener sans aucune exception la perte de leur fonction. Cette question intéressante sera examinée plus loin à propos de suppléances.

Ainsi les réponses aux trois questions posées plus haut sont les suivantes :

1° Une lésion corticale peut à elle seule déterminer une paralysie permanente ou transitoire ;

1. Malgré une observation de Grasset, *Progrès médical*, 27 mai 1876, p. 431. — Voy. aussi Landouzy. *Arch. gén. de méd.*, 1877, août.

2° Une lésion corticale ne produit de paralysie que si elle siége dans la zone motrice.

3° Toute lésion corticale de la zone motrice produit ne paralysie (il y a des exceptions à cette loi).

J'ajouterai qu'une découverte importante vient confirmer ces différents résultats. Je veux parler de la sclérose descendante du cerveau : on a montré que dans certaines lésions de la zone motrice, il y avait sclérose de la moelle : et que par conséquent la périphérie cérébrale était liée intimement à certains faisceaux de la moelle épinière et du bulbe [1].

L'action motrice de l'écorce cérébrale peut se manifester de plusieurs manières; cette action peut être normale, ou convulsive, et quelques auteurs ont fait des remarques intéressantes sur ce sujet.

Dans leur travail de 1870, Fritsch et Hitzig ont vu [2] qu'en portant des excitations électriques sur l'écorce cérébrale on provoquait des contractions ayant un caractère convulsif. Ces convulsions, d'abord limitées au groupe de muscles répondant à la région cérébrale excitée, allaient se généralisant et s'étendant de manière à être absolument épileptiformes.

Ces expériences furent répétées par Ferrier qui remarqua que, sur les animaux endormis, il n'y a plus de convulsions épileptiformes, tandis qu'on peut les provo-

1. Bouchard. *Des dégénérations secondaires de la moelle, Arch. de méd.*, 1866, p. 443, t. I. — Cotard. *Étude sur l'atrophie partielle du cerveau*, thèse, Paris, 1868, obs. IV. — Charcot. *Des localisations dans les maladies cérébrales*, 1875.— Lépine, *De la localisation dans les maladies cérébrales*, thèse d'agrégation, 1875, p. 53.— Pitres, *Soc. de biol.*, 21 octobre 1876. — Mac Donnel, *The Dublin Journ. of med. sc.*, novembre 1877, p. 451. — Mac Donnel, *British med. Journ.*, 14 juillet 1877, p. 49. — Vulpian, *Destruction du gyrus sigmoïde sur un chien, Archives de physiol.*, 1876.

2. *Loc. cit.*, p. 317.

quer facilement chez les animaux qui ne sont pas empoisonnés par le chloral [1].

D'autres expériences ont été faites sur ce sujet, en particulier par M. Albertoni [2], qui décrit une zone épileptogène qui semble être la même que la zone motrice de Hitzig et Ferrier.

Des expériences ont été faites par MM. Franck et Pitres sur l'épilepsie corticale, et je dois à leur obligeance de pouvoir reproduire ici quelques-uns des tracés qu'ils ont obtenus (fig. 17 et 18).

On voit que l'excitation de la zone corticale intacte semble produire de tous autres phénomènes que l'excitation des faisceaux blancs sous-jacents. Dans le premier cas, il y a un tétanos primitif provoqué par l'excitation directe, mais suivi d'un tétanos secondaire très-remarquable, lequel manque absolument dans le cas où l'excitation porte uniquement sur la substance blanche. On comprend, sans qu'il soit besoin d'y insister, l'intérêt physiologique de cette expérience.

D'après MM. Franck et Pitres, on pourrait, pendant cette attaque épileptique provoquée, enlever le centre de substance grise qui en paraît être le point de départ, et cependant l'attaque épileptique continuerait ; absolument comme si, immédiatement après l'envoi d'une dépêche télégraphique, on coupait au départ le fil par où elle a été envoyée ; cette section n'aurait pas d'influence sur le trajet ultérieur de la dépêche.

Des faits observés par MM. Franck et Pitres, on peut conclure que l'épilepsie corticale est due à l'accumulation des excitations dans la substance grise qui rend

1. *Loc. cit.*, p. 208.
2. *Rendiconto di esperienze fatte nello gabinetto di Sienna*, 1876, 2e semestre.

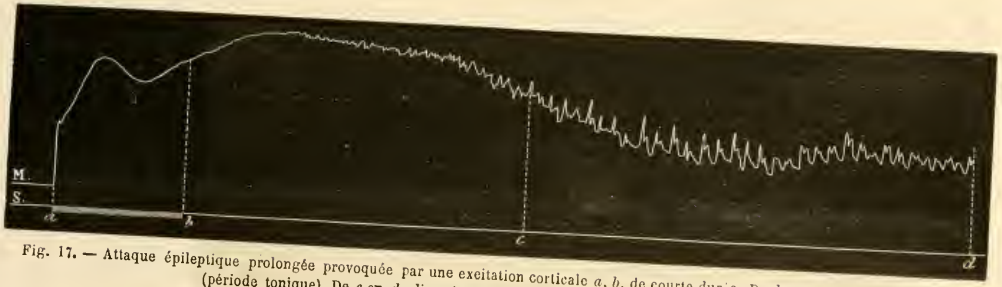


Fig. 17. — Attaque épileptique prolongée provoquée par une excitation corticale *a*, *b*, de courte durée. De *b* en c tétanisation générale (période tonique). De *c* en *d*, dissociation graduelle des secousses (période clonique).

l'excitation sous la forme de décharges successives.

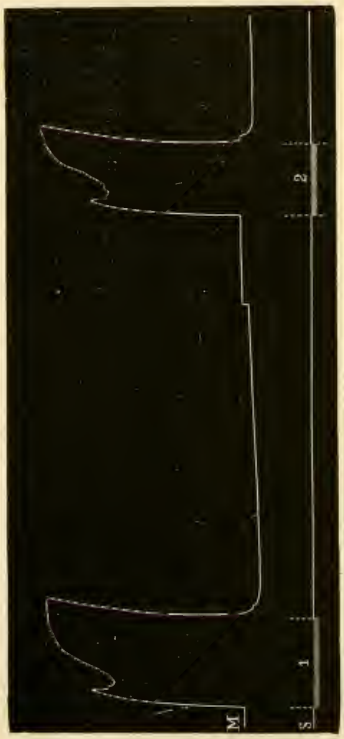


Fig. 18. — Tétanos provoqué par l'excitation très-intense de la substance blanche après ablation de la région corticale précédemment excitée. Pas d'attaque.

Dans des expériences entreprises avec M. Bochefontaine et rassemblées en un travail très-bien fait [1], M. Viel a pu reproduire par un autre procédé ces attaques d'é-

1. *Symptomatologie de la méningo-encéphalite.* — Viel, thèse inaugurale, Paris, 1878.

pilepsie. L'injection de nitrate d'argent entre la dure mère et le cerveau provoque une méningo-encéphalite, laquelle s'accompagne de convulsions. « Au début, dit M. Viel, ce ne sont que des phénomènes ataxiques variés. Tantôt on observe de l'incertitude dans les mouvements des membres ou d'un seul membre du côté opposé à la lésion...; lorsque les phénomènes inflammatoires surviennent, apparaissent les attaques franchement épileptiformes avec dilatation pupillaire, claquement de dents, salivation excessive, une période tonique et une période clonique. »

Des convulsions peuvent donc être provoquées par l'excitation de l'écorce du cerveau. Mais il ne semble pas que la cause des convulsions (électriques) étudiées par Hitzig et Ferrier soit tout à fait analogue à celles des convulsions (inflammatoires) observées par M. Viel.

Pour ce qui concerne les premières, on a eu d'abord une excitation violente de la sensibilité, sinon de la sensibilité consciente, au moins de la sensibilité réflexe. Les faits connus aujourd'hui démontrent que l'excitation des circonvolutions qui entourent le gyrus sigmoïde agit avec une énergie extrême sur les centres ganglionnaires du cerveau (corps opto-striés). Il est possible que cette excitation s'accumule dans les centres cérébraux et que ces centres, ainsi surchargés, envoient aux muscles des décharges successives. Naturellement ce ne sont que des mots qui dissimulent mal notre ignorance du phénomène.

Dans les méningites expérimentales de M. Viel, l'inflammation remplace l'excitation électrique : et nous voyons ces excitants physiques remplacés par un excitant bien plus puissant, l'excitant physiologique par excellence, l'inflammation, qui produit si facilemen l'hyperkinésie et l'hyperesthésie.

En somme le résultat est le même, et le phénomène est dans le fond identique. L'excitation exagérée de la périphérie cérébrale produit des convulsions d'abord localisées à un groupe musculaire, puis à un côté (le côté opposé) du corps, et qui peuvent se généraliser à tous les muscles du corps. N'y a-t-il pas là un rapprochement bien curieux à faire avec ce qu'on observe sur une grenouille dont on étudie les réflexes? A mesure que l'intensité de l'excitant augmente, les réflexes, d'abord localisés, s'étendent et se généralisent de plus en plus.

Les médecins ont recueilli des faits importants qui confirment de la manière la plus formelle les résultats des physiologistes. Ainsi, depuis plus de douze ans, M. Hughlings Jackson [1] avait fait remarquer que les mouvements convulsifs d'un côté du corps dépendaient d'une irritation corticale du côté opposé.

Cette forme de l'épilepsie limitée à un côté du corps, ou à un membre ou à la face, épilepsie qu'il conviendrait peut-être d'appeler avec M. Charcot épilepsie jacksonnienne, a été étudiée par M. Landouzy dans un travail remarquable [2]. — On sait maintenant qu'à une lésion de l'écorce du cerveau peuvent répondre, soit la paralysie, soit la convulsion (*akinésie*, *hyperkinésie*), selon que la lésion est destructive ou irritative. Les centres convulsifs coïncident absolument avec les centres moteurs, de sorte que ces deux séries de faits se complètent et se confirment l'un par l'autre.

Enfin, pour terminer, je noterai qu'outre les convulsions, il y a une autre modalité de l'innervation mo-

1. Ses mémoires épars ont été réunis dans un livre : *Clinical and pathological researches on the nervous system.*

2. *Convulsions et paralysies liées aux méningo-encéphalites*, thèse inaug. Paris, 1876.

trice, la contracture. Ferrier a pu, en excitant la surface des hémisphères, par un courant intense et prolongé, produire de la contracture. Mais le phénomène n'est pas essentiellement différent. Pour conserver la comparaison déjà employée plus haut, la décharge motrice, au lieu d'être discontinue (clonique, épilepsie), peut être continue (tonique, contracture).

C. Actions des circonvolutions sur les muscles de la vie organique.

L'action des circonvolutions sur les muscles de la vie organique a été étudiée pour la première fois par deux élèves de M. Vulpian, MM. Bochefontaine et Lépine [1]. M. Schiff, une année auparavant avait cru voir que le cœur accélérait ses battements, et que la pression sanguine ne se modifiait pas [2]. A la même époque. M. Külz [3] niait l'action des centres encéphaliques sur la salive ; de sorte que les droits de MM. Bochefontaine et Lépine à la priorité de cette découverte importante sont indiscutables. Il faut noter cependant que Danilewski, dans une communication à la Société de médecine de Charkow, aurait dit en novembre 1874 que l'excitation de l'écorce cérébrale provoque un léger accroissement de la tension artérielle avec ralentissement du pouls ; mais l'impression de son mémoire est postérieure à la communication de MM. Bochefontaine et Lépine [4].

1. *Bull. de la Soc. de biol.*, 5 juin 1875, pp. 230, 257. — Bochefontaine, *Étude expérimentale de l'influence exercée par la faradisation de l'écorce grise sur quelques muscles de la vie organique.*— *Archives de physiol.*, 1876, p. 140.

2. *Arch. für experim. Path.*, 1874, 15 déc., p. 178.

3. *Centralbl. für med. Wissens*, juin 1875.

4. *Experimentelle Beiträge zur Physiologie des Gehirns*, *Archives de Pflüger*, t. XI, 1875, p. 128.

Si l'on curarise un chien de manière à paralyser les mouvements volontaires, tout en respectant le système de la vie organique, et que l'on mette à nu l'encéphale, on voit que l'excitation du gyrus fait apparaître immédiatement le sang en divers endroits de la plaie. Les hémorrhagies qui avaient cessé reprennent de plus belle : il semble qu'il y ait une augmentation considérable de la pression artérielle encéphalique.

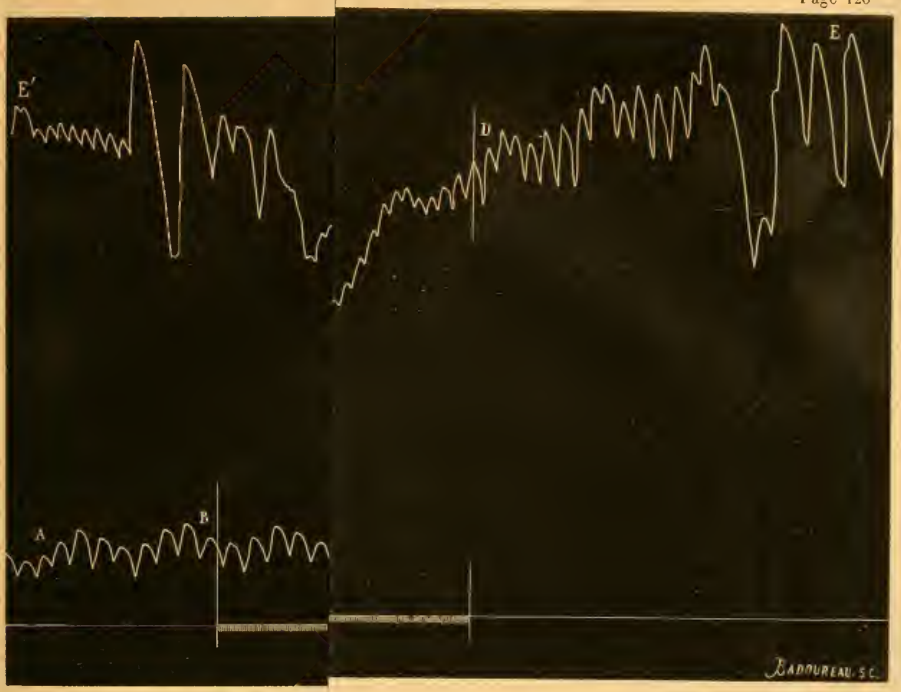
Cette augmentation de pression est générale, et on la constate directement en adaptant un manomètre à la carotide. La pression monte très-rapidement et suffit souvent pour chasser le coagulum qui obstrue le conduit de verre fixé dans l'artère. Quelquefois aussi cet excès de tension se traduisant par un excès de volume du cerveau chasse le cerveau hors du crâne, et produit une hernie cérébrale qui est funeste pour l'expérience entreprise [1].

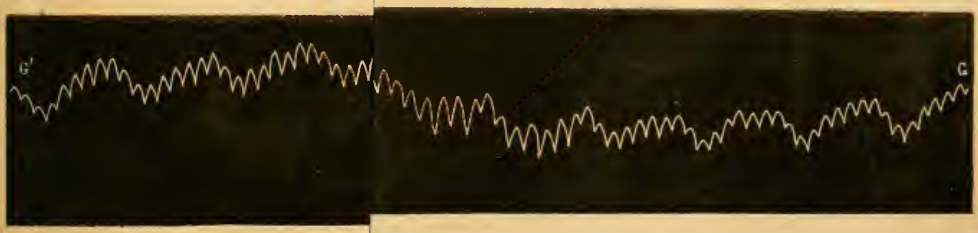
Avec le sphygmoscope on peut facilement noter ces différences de pression; mais le sphygmoscope n'indique pas la pression absolue, et sa sensibilité est moins grande que celle du kymographion. On peut voir sur les tracés recueillis par M. Bochefontaine combien cette élévation de pression est accusée.

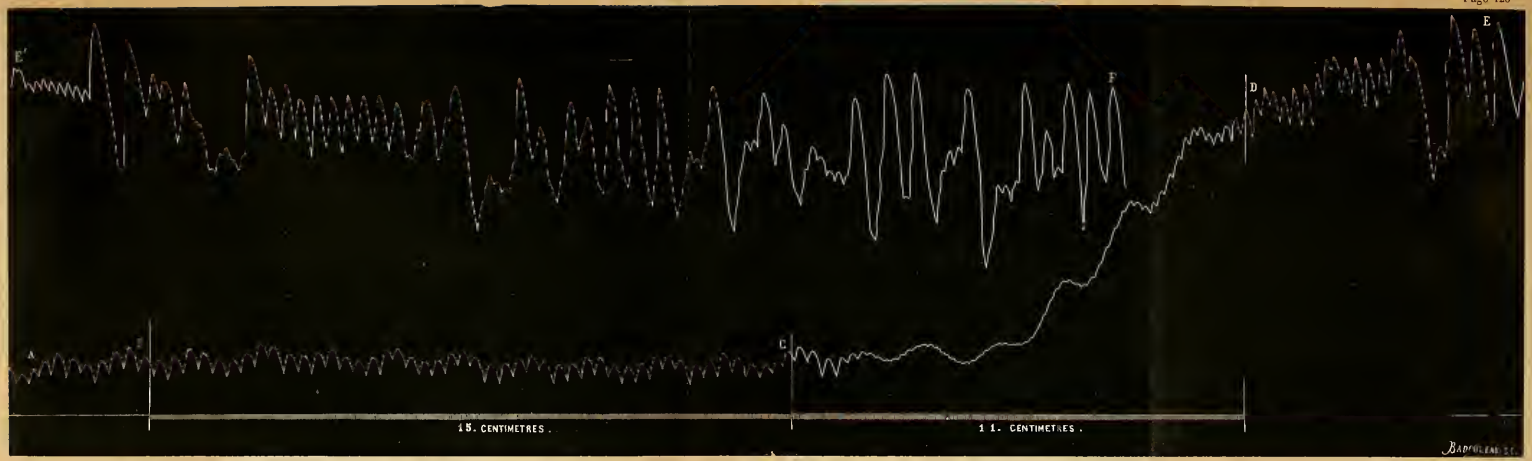
Nous donnons ici les tracés qui indiquent le résultat d'une expérience que nous avons faite avec M. Bochefontaine dans le laboratoire de M. Vulpian, sur des chiens curarisés, et dans laquelle nous avons inscrit simultanément l'excitation électrique et la pression carotidienne.

Les principaux résultats de cette expérience, qu'on peut voir sur le tracé, sont les suivants :

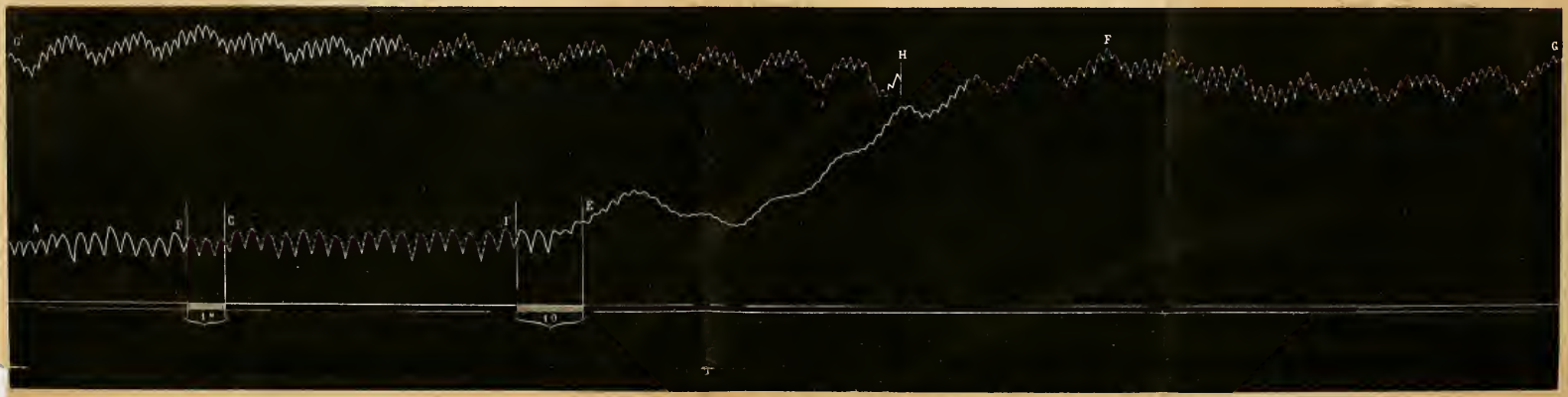
1. Bochefontaine, *loc. cit.*, p. 142.


E'
D
E
A
B
BADOUREAU. S.C.


G'
G



TRACÉ 1



TRACÉ 2

EXPLICATION DES TRACÉS

TRACÉ 1 et TRACE 2 pris un quart d'heure après le premier.

Tracé 1. — L'excitation électrique (bobine à 15 centimètres) ne donne d'abord aucun résultat; en C, la bobine, repoussée à 11 centimètres, donne un accroissement de pression considérable. — La rotation du cylindre dure un peu plus d'une minute, par conséquent, de D à F, il s'est écoulé à peu près une minute.

Tracé 2. — L'excitation BC (bobine à 15 centimètres) ne donne pas de résultat; mais en DE, à 10 centimètres, elle fait monter la pression. Au bout d'une minute, la pression est encore très-élevée en H. La différence de la pression peut se calculer par la distance moyenne des deux lignes A et G'G, évaluée en centimètres de mercure, soit environ 5 à 6 centimètres de mercure.

A. L'excitation électrique, même durant peu de temps, produit une élévation considérable de la pression sanguine, qui survient assez tardivement, augmente et persiste alors même que l'excitation a depuis longtemps cessé.

B. Il y a un changement notable dans le rhythme des contractions cardiaques qui deviennent d'abord extrêmement fréquentes pour se ralentir ensuite beaucoup.

En outre je remarquerai :

1° C'est l'excitation de la partie antérieure du gyrus sigmoïde qui a donné ces résultats;

2° Quoique l'excitation fût loin d'être intense, l'animal a été vite épuisé;

3° Lorsqu'il était épuisé, et la pression artérielle très-basse, l'excitation électrique, même très-forte, n'avait presque plus d'action.

D'autres expériences ont montré à M. Bochefontaine:

1° Que dans quelques cas le ralentissement du pouls est remplacé par une accélération cardiaque, la cause de ces différences restant encore à expliquer;

2° Que si les pneumogastriques ont été sectionnés, il y a toujours, après l'excitation corticale, abaissement de la pression et ralentissement du pouls ;

3° Que l'excitation du gyrus sigmoïde peut être comparée à l'excitation du sciatique qui élève la tension artérielle et ralentit le pouls.

M. Danilewsky a ajouté à cela un fait important, c'est que l'excitation directe soit des couches optiques, soit du corps strié (à l'exception peut-être du noyau caudé), ne donnait pas une élévation de pression analogue; par conséquent ces effets ne sont pas dus à la diffusion des courants, mais résultent de l'excitation même,

soit de la substance grise périphérique, soit des vaisseaux blancs sous-jacents.

La méthode de M. Couty l'a conduit par une voie toute différente à des résultats très-analogues.

D'abord il élimine avec raison les résultats des auteurs anciens qui lient les carotides et les vertébrales; car cette ligature produit l'anémie totale du myélencéphale et non l'anémie des seules circonvolutions.

L'anémie des circonvolutions produite par l'injection de substances pulvérulentes dans les carotides a pour premier résultat l'excitation des circonvolutions. En effet toute anémie nerveuse, avant de produire l'anéantissement, produit l'hyperkinésie de la fonction nerveuse. Or cette excitation intense par l'anémie ne provoque pas l'augmentation de tension cardiaque, mais le ralentissement du cœur.

Continuant ses expériences[1], M. Couty a injecté du lycopode dans la carotide de chiens curarisés, dont les nerfs vagues étaient coupés. Dans ces conditions il a vu de l'accélération cardiaque et aussi de l'augmentation de pression artérielle. Le fait de l'accélération cardiaque a été vu aussi par M. Bochefontaine sur des chiens dont les pneumogastriques étaient coupés : on peut donc admettre que, quand les nerfs modérateurs du cœur n'existent plus, l'excitation de l'encéphale produit l'accélération du cœur.

Quant à la tension artérielle accrue, je ne pense pas que, dans l'espèce, elle ait autant de valeur que le croit M. Couty, attendu que M. Bochefontaine a vu que sur des chiens sans pneumogastriques l'excitation de l'en-

1. *Loc. cit.*, p. 711.

céphale abaissait la pression, et que M. Couty ne tient pas assez compte[1] de l'obstruction artérielle qui évidemment élève la pression du sang : je pense que cela peut expliquer le désaccord entre les résultats des deux méthodes quand l'excitation est suivie de la paralysie de l'écorce grise du cerveau, le cœur s'accélère et la tension diminue ; plus tard encore les phénomènes se compliquent d'anémie de la moelle, et nous n'avons pas à nous en occuper ici.

En somme, cette action sur la pression sanguine paraît s'exercer en partie par la contraction des petites artères de la périphérie, en partie par l'excitation du pneumogastrique qui ralentit le cœur et élève la pression. Mais l'excitation du gyrus produit d'autres phénomènes que j'énoncerai rapidement d'après le mémoire de M. Bochefontaine.

En excitant les points 1, 2, 3, 4 de Ferrier, on constate une hypersécrétion considérable des glandes sous-maxillaires, hypersécrétion qu'on peut très-bien comparer à celle que produit l'excitation du lingual. — Cette expérience, répétée plusieurs fois par M. Vulpian à son cours, donna des résultats très-nets. Tant que l'hémisphère cérébral n'est pas excité, il n'y a aucun écoulement, mais, dès qu'on électrise le gyrus, on voit sourdre la salive des canules fixées dans les conduits de Wharton. L'action est à la fois directe et croisée.

Aux points 11, 15, 10, et 17 on a encore obtenu de l'hypersécrétion salivaire.

On a encore observé des mouvements de la pupille, de l'intestin grêle, et du gros intestin, des contractions des trompes utérines, de la rate, de la vessie, et une

1. *Loc. cit.*, p, 708.

sécrétion plus abondante de bile ou de suc pancréatique. — Je renvoie sur ces points au travail de M. Bochefontaine.

Ce qu'il faut seulement remarquer, c'est que tous ces centres de mouvements, artériels ou autres, sont placés dans les points mêmes qui provoquent des mouvements des membres, c'est-à-dire autour du sillon crucial.

Il faut que l'excitation électrique ne porte pas sur la dure-mère. En effet, comme l'ont remarqué M. Danilewski et M. Bochefontaine, l'excitation électrique ou même mécanique de cette membrane provoque par action réflexe la sécrétion salivaire, la contraction de l'iris, etc.

L'électrisation du gyrus sigmoïde agit sur la respiration d'une manière particulière. Il n'est pas tout à fait exact de dire qu'on observe une accélération de la respiration : il y a tout d'abord de l'irrégularité, et une certaine accélération, puis un arrêt, une pause qui dure souvent une demi-minute.

Sur un chat, profondément chloralisé, j'ai pu vérifier ce fait et constater quelques phénomènes intéressants. Alors que tous les autres mouvements étaient supprimés, l'arrêt du bulbe était encore possible par l'excitation du cerveau. L'arrêt respiratoire a dans un cas été si prolongé que la mort serait probablement survenue si nous n'avions électrisé vigoureusement le thorax et le corps de l'animal. Cela concorde bien avec ce que M. Vulpian a observé chez des chiens profondément chloralisés qu'une excitation périphérique violente tue facilement par arrêt respiratoire ou par syncope. Cet arrêt réflexe de la respiration s'obtenait aussi, quoique plus difficilement, par l'électrisation du nerf sciatique.

Quoi qu'il en soit, les phénomènes respiratoires qu'on

observe chez un animal choralisé, ressemblent absolument à ce que Franck a étudié chez les lapins, à la suite de l'excitation des nerfs sensibles de la face [1].

M. Brown-Séquard a étudié aussi quelques-uns des phénomènes que font naître l'excitation ou la destruction de l'écorce grise cérébrale [2]. J'ai dit plus haut que pour lui la périphérie cérébrale n'était pas inexcitable, et qu'on pouvait, en brûlant la superficie des circonvolutions avec un fer rouge, observer certains phénomènes immédiats : congestion de la conjonctive, occlusion des paupières, resserrement de la pupille du côté de la lésion.

Pour cet éminent physiologiste, ces effets sont identiques à ceux que l'on obtient en faisant la section du grand sympathique cervical. Le degré de congestion qu'on voit alors apparaître est en proportion de l'intensité de l'excitation et de l'étendue de la surface cérébrale cautérisée. M. Brown-Séquard rapporte ces faits aux phénomènes d'arrêt qu'il a ailleurs si bien observés.

Des faits semblables relatifs à l'action des circonvolutions rolandiques sur la température ont été vus par d'autres auteurs, en particulier par Heifler [3], et surtout Eulenburg et Landois [4]. Ces auteurs ont constaté que l'excitation des circonvolutions pariétales produisait un certain abaissement de température; tandis que la destruction, soitpar l'abrasion, soit par des cautérisations avec des liquides caustiques, amenait une élévation de température.

1. *Comptes rendus du laboratoire de M. Marey*, 1876, p. 221.
2. *Archives de physiol.*, 1875, p. 854.
3. Wien. *Med. Jahresber*, 1875, p. 59.
4. *Centralbl. für med. Wiss.* 1876, *p.* 260, et *Wirchow's Archiv.*, 1876, t. XVIII.

Malheureusement ces faits d'Eulenburg et Landois sont très-sujets à contestation, et plusieurs auteurs les ont révoqués en doute, en particulier M. Vulpian[1] et M. Küssner[2]. Hitzig, cité par Küssner, aurait aussi constaté l'absence de phénomènes vaso-moteurs bien nets.

Il semble pourtant que certaines parties de l'écorce cérébrale exercent une action vaso-motrice et thermique, peu connue encore, sur les tissus ; action se traduisant par une dilatation des vaisseaux (paralysie) ou une constriction (excitation).

C'est vraisemblablement à cette action vaso-motrice que sont dus les faits expérimentaux et cliniques observés à la suite de lésions corticales provoquées ou spontanées. MM. Schiff, Brown-Séquard et Ollivier ont vu des congestions et des hémorrhagies dans les reins, les poumons, l'estomac, l'intestin, etc. On connaît des faits d'ecchymoses sous-pleurales, d'hémorrhagies pulmonaires et de congestions rénales chez des malades ayant succombé à des lésions du cerveau[3]. Dans les mêmes conditions on a constaté des congestions du foie, de la glycosurie, de la polyurie, de l'albuminurie, etc.

Ces lésions et ces troubles fonctionnels paraissent relever de modifications vasomotrices dont le point de départ serait dans l'écorce du cerveau. Les lésions de cette dernière semblent commander ces troubles vaso-moteurs qu'on observe journellement en clinique à la suite d'affections cérébrales. Nous faisons allusion à ces œdèmes, érythèmes, congestions de la peau, pouvant

1. *Arch. de physiol.*, *loc. cit.*

2. *Ueber vasomotorische Centren in der Grosshirnrinde des Kaninchens Archiv. für Psychiatrie*, p. 432, 1878, t. VIII.

3. Ollivier. *Bull. de la Soc. de biol.* 1 vol. 4e série, p. 245. — *Modifications de la secrétion urinaire après l'hémorrhagie cérébrale. Gaz. hebd.*, 1875. Obs. 1.

aller jusqu'au décubitus acutus, tous phénomènes survenant rapidement sur le côté paralysé. A un certain point de vue, le phénomène dépend de la même cause que l'augmentation de température, et la diminution de tension dans les vaisseaux du côté paralysé.

Tous ces troubles trophiques sont aigus dans leur mode d'apparition. Il en est d'autres, se montrant plus tardivement, dont l'importance est grande en physiologie : je veux parler de ces dégénérations secondaires, qui descendent directement de la lésion corticale par le pédoncule, la protubérance, pour passer dans le cordon médullaire latéral du côté opposé. Les dégénérations secondaires, véritables scléroses descendantes semblent de tout point comparables aux lésions qui se produisent dans le bout périphérique d'un nerf séparé de son centre trophique. Aussi est-on autorisé à considérer les circonvolutions comme les véritables centres trophiques des faisceaux nerveux qui en partent.

Des autopsies démonstratives prouvent que ces scléroses descendantes peuvent être exclusivement subordonnées à des lésions n'intéressant que la substance corticale, les ganglions centraux étant absolument sains[1]. Ces scléroses ne se trouvent pas seulement chez l'homme. Sur un chien, M. Vulpian[2], après destruction du gyrus sigmoïde suivie d'encéphalite, observe, sept mois après la lésion expérimentale, une atrophie descendante du pédoncule, de l'isthme de l'encéphale et de la moelle.

C'est dans ces conditions que l'on note sur les

1. Voy. Lépine. (*Thèse d'agrégat.*, 1875, p. 53. — *Thèse inaugurale*, Paris, 1878. R. Isartier.—*Des dégénérations secondaires de la moelle épinière consécutives aux lésions corticales du cerveau.*

2. *Arch. de physiol.*, 1876, p. 814.

membres du côté opposé à la lésion des troubles trophiques à évolution lente, sclérose des nerfs, rétractions contractures, atrophies musculaires, arthropathies, épaississement du tissu celullaire sous-cutané. Ces troubles dépendent des lésions scléreuses développées de proche en proche sur les cordons nerveux; il s'est produit dans ce cas des troubles semblables à ceux qui suivent les lésions des nerfs : c'est assez dire que les altérations encéphaliques ont produit ces troubles trophiques seulement par l'intermédiaire des névropathies secondaires.

C'est encore par l'intermédiaire de ces névrites que des lésions corticales infantiles entraînent ces arrêts de développement, malformations et atrophies, bien étudiés daus les thèses de Turner (1856) et de Cotard (1868).

Si, d'après ces faits, on peut considérer les circonvolutions cérébrales, centres trophiques des nerfs, comme le système de projection de ces nerfs, ne pourrait-on pas supposer *a priori* qu'on trouvera un rapport entre la masse des circonvolutions cérébrales, et celle du système nerveux périphérique ?

Le problème n'a pas encore été résolu, cependant il y a dès à présent un certain nombre de faits[1] dont on doit tenir compte. Longtemps après des destructions de membres, des amputations, on a pu trouver une asymétrie cérébrale portant sur les circonvolutions rolandiques. Dans une de ces observations l'atrophie était manifeste, non-seulement sur la circonvolution, mais aussi sur le pédoncule, et le bulbe atrophié : l'évolution s'était faite en sens inverse des scléroses descendantes[2].

1. Luys, *Bullet. de la Soc. de biol.*, 8 juillet 1876. — Féré. *Bullet. de la Soc. anat.*, mars 1877.—Mossé. *Bullet. de la Soc. anat.*, février, 1878, etc.
2. Landouzy. *Bullet. de la Soc. anat.*, avril 1877.

D. DE L'APHASIE.

Quoique l'étude de l'aphasie relève de la pathologie, nous croyons devoir en parler ici. La physiologie est l'étude des fonctions. Or une fonction des circonvolutions de l'homme étant le langage, il est nécessaire de l'étudier, ne fût-ce que sommairement. A vrai dire, ce que nous savons de l'aphasie est certainement de toute la physiologie des circonvolutions ce qu'il y a de plus précis, et de plus intéressant.

L'aphasie n'est pas un phénomène de paralysie motrice. Les muscles de la langue, du larynx, du voile du palais se contractent et leur fonction n'est pas altérée. Ce qui est troublé, c'est la coordination idéo-motrice.

Ainsi, il n'y a ni démence, ni paralysie : ce qui fait défaut, ce n'est ni l'intelligence, ni le mouvement, c'est le lien qui réunit ces deux actions, c'est l'effort intellectuel qui produit le mouvement. Il semble, comme Meynert l'a dit le premier, que la lésion de l'aphasie brise les centres psycho-moteurs. Ce mot de psycho-moteur me paraît excellent puor l'aphasie; ce n'est pas un centre moteur, comme le V de substance grise, qui est le centre moteur de la respiration, ce n'est pas non plus un centre psychique, puisqu'il y a paralysie du mouvement; c'est un centre psycho-moteur.

Nous disons que l'intelligence est intacte; mais ce serait une erreur que de regarder l'intelligence des aphasiques comme n'ayant pas subi d'atteinte. Un homme qui ne peut plus parler a certainement l'intelligence lésée : si du moins on appelle intelligence l'ensemble de ses facultés intellectuelles. D'ailleurs tous les médecins

savent que la plupart des aphasiques ont des idées enfantines, pleurent, etc.

Non-seulement la parole n'existe plus chez les aphasiques; mais aussi toutes les autres formes du langage (mimique, dessin, écriture, lecture, chant), sont plus ou moins empêchées. Ainsi il y a des aphasiques qui ne peuvent exprimer par un geste de la tête, ni négation, ni affirmation.

Le fait est très-important, car il nous montre une fonction intellectuelle absolument détruite par la lésion d'une circonvolution, comme si la circonvolution était l'organe de cette fonction.

Or, si nous reprenons les questions que nous nous sommes posées plus haut au sujet du siége de la lésion, nous voyons que, grâce à M. Broca, nous pouvons leur donner des réponses très-précises :

1° La lésion d'une circonvolution, et même d'une région très-limitée de l'écorce grise, peut à elle seule déterminer l'aphasie ;

2° Cette circonvolution est la partie postérieure (on dit généralement le pied) de la troisième circonvolution frontale du côté gauche (circonvolution de Broca) ;

3° Toutes les fois que la partie postérieure de la troisième circonvolution frontale gauche a été lésée, il y a aphasie.

Cependant cette dernière loi n'est pas absolue. Il y a des cas dans lesquels on a noté une lésion de l'insula. Dans d'autres cas l'aphasie a coïncidé avec des lésions de l'hémisphère droit : dans d'autres cas il y a eu une lésion de la 3e frontale gauche sans aphasie.

Voici comment on peut classer les exceptions :

A. Aphasie sans lésion de la 3e frontale gauche.

a. avec lésion de la 3e frontale droite.

b. sans lésion de la 3e frontale droite.

B. Lésion de la 3e frontale gauche sans aphasie.

a. avec lésion de la 3e frontale droite.

b. sans lésion de la 3e frontale droite.

Je n'insiste pas sur ces faits qui relèvent plutôt de la médecine que de la physiologie. Il me suffira de dire que toutes ces exceptions ont été constatées ; mais que prouvent-elles ?

Si sur 100 malades atteints d'une même maladie, on rencontre 99 fois la même lésion, mais une exception; faut-il dire qu'il n'y a pas entre la maladie et la lésion rapport de cause à effet? Si sur 100 aphasiques, 99 ont la 3e frontale gauche détruite, a-t-on le droit de dire qu'elle n'est pas le siége de la faculté du langage articulé ?

Pour ma part je ne le pense pas, et je crois que la localisation du langage dans le pied de la 3e frontale, ou mieux dans la circonvolution de Broca, est très-solidement et très-suffisamment établie.

Cependant il nous faut tenir grand compte de ces exceptions. Elles nous montrent que la circonvolution de Broca n'est pas au langage ce que la rétine est à la vision, par exemple, ou le testicule à la spermatogenèse. On ne comprendrait pas la vision sans rétine et la spermatogenèse sans testicule : mais on peut concevoir que certaines parties d'un hémisphère suppléent aux parties qui généralement président à une fonction.

On comprend encore bien mieux comment l'hémisphère droit peut suppléer à l'hémisphère gauche. De même qu'il peut y avoir 1 gaucher pour 100 droitiers, de même il peut y avoir 1 individu sur 100 qui parle par l'hémisphère droit. Ce serait un gaucher de la parole, suivant l'expression spirituelle de M. Broca.

Nous avons vu que les paralysies corticales, expérimentales, présentaient un triple caractère. Elles sont partielles, inconstantes et transitoires. Tels sont aussi les caractères que présente souvent l'aphasie. Malheureusement l'histoire si intéressante des aphasies transitoires, avec autopsie à l'appui, n'est pas encore complétement faite.

E. DES THÉORIES DE L'INNERVATION MOTRICE DES CIRCONVOLUTIONS.

Nous avons exposé les faits : il faut voir maintenant comment on peut les grouper pour en déduire une théorie et un système d'ensemble. D'ailleurs, nous aurons l'occasion, dans ce chapitre, de mentionner d'autres faits qui n'ont pu logiquement prendre place dans les chapitres précédents.

En somme, toutes les théories peuvent se ramener à deux théories principales :

A. Il y a des centres moteurs (Hitzig, Ferrier).

B. Il n'y a pas de centres moteurs : il n'y a que des actions réflexes (Schiff), ou irritatives (Brown-Séquard).

Il faudra discuter aussi deux hypothèses qu'on pourrait appeler accessoires, en ce sens qu'elles ne cherchent à expliquer qu'une partie des phénomènes pour venir à l'appui de l'une ou de l'autre des deux théories, l'hypothèse de la suppléance et l'hypothèse de la paralysie du sens musculaire.

Examinons d'abord la première théorie défendue par Hitzig, Ferrier, et aussi, avec quelques modifications, par Carville et Duret.

L'hypothèse des centres moteurs s'appuie sur deux faits, étudiés plus haut et bien avérés.

1° L'excitation électrique de zones corticales étroitement limitées provoque des mouvements dans des groupes musculaires déterminés.

Quant à la limitation exacte des zones motrices, comme l'ont fait remarquer MM. Hitzig, Rouget, et tous les autres auteurs, il suffit de déplacer les électrodes de quelques millimètres, pour obtenir un mouvement différent du mouvement précédent. Mais, d'après M. Bochefontaine[1], en regardant à l'œil nu la coupe des circonvolutions qui avoisinent le sillon crucial, on voit des pinceaux coniques de substance blanche pénétrer par leur extrémité atténuée dans la substance grise corticale, et approcher de la surface du cerveau. Peut-être, selon qu'on se rapproche de tel ou tel de ses pinceaux, cela suffit-il pour obtenir des effets variés sur le membre antérieur, ou sur le membre postérieur.

Enfin la limitation exacte d'un mouvement à tel ou tel groupe musculaire ne prouve pas qu'il existe un véritable centre moteur pour ce groupe musculaire. L'excitation d'un nerf sensitif déterminé provoque, pourvu que l'excitation ne soit pas trop intense, un mouvement réflexe dans un groupe musculaire déterminé. Dira-t-on que ce nerf sensitif est le centre moteur de ces muscles?

Il faut donc pour démontrer l'existence d'un centre moteur recourir à d'autres preuves.

La pathologie ne peut pas prouver d'une manière rigoureuse l'existence de centre moteurs dans l'écorce grise.

D'après M. Charcot, lorsque la substance grise est atteinte seule, il n'y a pas de paralysie; d'ailleurs un

1. *Bull. de la Soc. de biol*, 23 déc. 1877; *Progrès médical*, 1878, p. 9.

certain nombre de faits pathologiques [1], semblent prouver que la localisation de centres moteurs dans les diverses régions de la même circonvolution, de la frontale ascendante par exemple, ne peut pas encore être déterminée avec une précision suffisante.

On ne peut donc pas démontrer que la substance grise est un centre.

Les expériences cités plus haut [2], nous ont montré que très-probablement la substance grise était excitable par l'électricité : il s'agit de savoir maintenant quel est son rôle dans le phénomène du mouvement.

M. Couty a fait des expériences que j'ai rapportées plus haut, et, sans que je puisse entrer dans le détail des faits, il a vu que la substance grise pouvait être anémiée sans qu'il y ait de changement dans la tension artérielle : il en a conclu que l'électrisation porte sur la substance blanche et non sur la substance grise. Cette conclusion me paraît bien hypothétique, d'autant plus que d'après M. Couty lui-même [3], l'anémie de la substance grise du cerveau produit un *ralentissement cardiaque constant et considérable*. Il est donc très-probable que la substance grise corticale agit sur le cœur, ainsi que le semble prouver l'influence des émotions et des sentiments sur le rhythme du cœur [4].

Pour ce qui concerne la non-excitabilité de la substance grise par l'électricité, nous avons assez insisté sur ce sujet pour n'avoir pas à y revenir : la méthode très-indirecte de M. Couty ne nous semble pas avoir ébranlé

1. Voyez la thèse de M. Mallebay. *Des paralysies partielles d'origine corticale.* — Paris 1878, n° 286.

2. Voyez page 65.

3. *Loc. cit.*, p. 724.

4. Voyez la belle leçon de Cl. Bernard sur ce sujet. *Leç., sur les tissus vivants*, p. 425.

les preuves directes et positives indiquées plus haut.

Ainsi, nos expériences et celles de MM. Franck et Pitres, démontrent que la substance grise est excitable, mais ne prouvent pas qu'il y ait une localisation de cette substance grise, en certains points, de manière à ce que l'on ait de véritables centres moteurs de substance grise.

J'arrive au second fait invoqué par les partisans des centres moteurs.

2° Si on enlève les parties de l'écorce grise considérées comme centres moteurs, on observe de la paralysie.

Cependant le fait de cette paralysie a été contesté, et d'éminents physiologistes, MM. Schiff, Nothnagel, Hermann, Goltz, etc., ont attribué les phénomènes observés à une tout autre cause.

Sans entrer dans tous les détails de cette discussion, nous devons cependant insister sur quelques particularités.

Pour M. Schiff[1], l'énergie des mouvements n'est pas atteinte, mais leur sûreté, leur précision. « Souvent, dit M. Schiff, nous avons montré publiquement deux chiens dont l'un avait perdu son centre cortical, et dont l'autre avait une destruction des deux cordons postérieurs de la moelle à la région dorsale supérieure. On ne pouvait trouver aucune différence dans leurs mouvements. »

L'objection de Ferrier[2] que la perte du sens musculaire, sans affection des autres formes de la sensibilité tactile, n'existe pas, est une objection qui ne signifie que peu de chose. Au contraire, il dit avec raison que les observations pathologiques prouvent que des lésions corticales produisent une vraie paralysie, et non une perte

1. *Archiv für experim. Pathol. und Pharmac.*, t. III, 1874, p. 170.
2. *Loc. cit.*, p. 350.

du sens musculaire. Cette objection a une très-grande force : nous la discuterons tout à l'heure.

Ferrier dit encore [1] que la sensibilité, tactile suivant lui, musculaire pour d'autres auteurs, est atteinte quand la lobule de l'hippocampe est détruit [2]; mais cela est contestable, d'autant plus que d'autres observateurs ont trouvé à la sensibilité musculaire d'autres régions. En particulier, M. Hitzig [3] a pensé que la destruction des parties antérieures du gyrus sigmoïde détruit la sensibilité musculaire du côté opposé, et sa conclusion est celle-ci : la circonvolution qui tient sous sa dépendance la sensibilité musculaire n'est pas excitée directement par l'électricité et n'est pas un centre moteur.

Il faut noter aussi comme très-intéressantes les expériences récentes de MM. Goltz et Gergens auxquelles Hitzig [4] n'a répondu encore qu'en partie. Pour Goltz ce que Hitzig appelle défaut d'énergie volontaire (Defect der Willensenergie) n'est qu'un trouble de la sensibilité musculaire. Goltz cite à ce propos l'expérience suivante : sur une chienne habituée à *donner la patte* également des deux côtés, on enlève la surface des circonvolutions de l'hémisphère gauche. Pendant un mois elle ne peut arriver à donner la patte du côté droit. Pendant deux mois elle fait de vains efforts pour exécuter ce mouvement qu'elle exécute quelquefois, mais d'une manière irrégulière; enfin, au bout de quatre mois, elle finit par y parvenir d'une manière assez régulière, quoique avec plus d'hésitation qu'avant l'opération. Une nouvelle opération

1. *Loc. cit.*, p. 285.
2. *Neue Untersuchungen*, 1874, *Arch. für Anat.*, p. 415 et suiv.
3. *Pflüger's Archiv*, *Ueber die Verrichtungen des Grosshirns*, t. XIII, p. 1, 1876; t. XIV, p. 412, 1877.
4. *Archiv für Anatomie und Phys.*, 1876, p. 692.

sur l'hémisphère du même côté fait de nouveau perdre à l'animal la faculté du mouvement volontaire. Cela semblerait prouver que si la première opération avait fait perdre le mouvement volontaire, ce n'était pas à cause de l'enlèvement de la substance grise ou de la substance blanche, mais par une sorte de phénomène irritatif paralysant les mouvements musculaires.

Goltz a fait encore une autre expérience curieuse. Il applique aux orteils d'un chien une pince à pression continue ; et il remarque que le résultat de cette opération, au point de vue de la paralysie et du trouble moteur, est le même que sur un chien à qui on a détruit l'hémisphère du côté opposé [1].

M. Tripier [2] a vu des faits du même genre. Sur des chiens guéris d'une paralysie corticale, l'injection hypodermique de morphine, ou une saignée abondante, ou une crise d'épilepsie font reparaître les phénomènes paralytiques. Des faits analogues s'observent chez l'homme.

La conclusion qu'il s'agit là de phénomènes d'irritation (*paralysie par arrêt*, *Hemmungserscheinungen*) est peut-être hypothétique. Elle est cependant digne d'être notée, car elle montre une fois de plus la grande ressemblance qu'il y a entre la zone dite motrice des circonvolutions et les nerfs sensitifs de la périphérie.

C'est une théorie semblable que M. Brown-Séquard a défendue, avec le talent qu'on connaît, et pour laquelle il a apporté un nombre imposant d'observations.

Cependant la théorie des paralysies par irritation est encore hypothétique, d'autant plus que les effets de

1. *Loc. cit.*, 1877, p. 442.
2. *Revue mensuelle*, 1877, p. 9.

l'excitation sont rarement des paralysies, et qu'on a pu, en irritant expérimentalement la surface du cerveau, produire des épilepsies partielles, et des contractures, ainsi que cela a été noté plus haut.

En somme, le fait que, chez les malades, une lésion de l'hémisphère produit des paralysies et non une perte du sens musculaire, doit nous rendre très-réservés quant à la théorie de Schiff, Nothnagel et Goltz; car là on est forcé de reconnaître qu'il a une paralysie véritable, avec impuissance du mouvement volontaire.

Cependant on ne saurait pour le cerveau conclure des animaux à l'homme d'une manière aussi formelle qu'on peut le faire pour bien d'autres fonctions, et la meilleure preuve en est, que chez l'homme les paralysies corticales sont permanentes, tandis qu'elles sont transitoires chez le chien.

Le fait que des animaux d'abord paralysés se rétablissent plus tard a été bien vu par Carville et Duret [1].

Ces observateurs ont constaté aussi que si, après la lésion du gyrus sigmoïde droit par exemple, l'animal étant d'abord paralysé, puis guéri, on enlevait le gyrus sigmoïde gauche, il n'y avait pas paralysie des deux côtés, que par conséquent on ne pouvait admettre la suppléance par les parties similaires de l'hémisphère du côté opposé [2].

Nous voici arrivés à la théorie de la suppléance qui est la pierre d'achoppement de la théorie des centres moteurs.

1. Voy. expér .V, p. 434 du mémoire déjà cité, et plus loin, p. 450 et suivante.

2. Voy. la thèse inaug. de M. Parant. *Des suppléances cérébrales*. Paris 1877.

Pour juger cette théorie, il faut d'abord distinguer deux cas, le cas de la suppléance par l'hémisphère du côté opposé, le cas de la suppléance par les autres parties corticales du même hémisphère.

1° On comprend bien que l'hémisphère droit puisse dans une certaine mesure suppléer à l'hémisphère gauche, et réciproquement; ces deux organes étant similaires et symétriques. Cela a été admis pour l'aphasie. On s'explique bien aussi comment un chien dont le centre, soi-disant psychomoteur gauche, a été détruit, ne peut lever la patte droite, mais marche cependant également bien avec les deux pattes, la marche étant un réflexe provoqué par le contact du sol. Pour expliquer ce fait, qui peut paraître obscur, comparons le centre psychomoteur à la rétine. L'excitation de la rétine produit des réflexes de l'iris. Quand la rétine droite est détruite, par exemple, l'iris droit ne peut plus se contracter. Cependant si à un malade, dont la rétine droite est inerte, on éclaire brusquement la rétine gauche, l'iris droit se contracte, par réflexe croisé. Ces faits sont incontestables, mais l'expérience a montré que, pour les centres corticaux, la suppléance par l'hémisphère du côté opposé n'existait pas, et que le mouvement volontaire était conservé, même après l'ablation des gyrus de l'un et l'autre hémisphère.

2° Il faut donc admettre une suppléance par l'écorce grise de l'hémisphère du même côté, et c'est précisément cette suppléance qui est très-difficile à comprendre.

Si réellement la circonvolution qui entoure le sillon crucial est le centre moteur des deux membres, en enlevant à droite et à gauche ces deux circonvolutions, on doit paralyser les quatre membres, et, si cela n'est pas ce n'est pas un vrai centre moteur. Étant donnée une,

fonction, si l'on supprime l'organe, on doit supprimer la fonction. L'organe rétine a la fonction de la vue. Si l'on détruit les deux rétines, on abolit la fonction visuelle. Il faudrait alors admettre qu'il y a plusieurs organes pour une seule fonction, et plusieurs centres moteurs pour chaque membre ; ce qui est certainement contraire à la vraisemblance et à la vérité.

Ainsi le mot de suppléance ne signifie rien ; sinon que ceux qui admettent la suppléance ne peuvent pas admettre de véritables centres moteurs.

Cependant chez l'homme les paralysies corticales ne sont pas transitoires, mais permanentes ; de sorte qu'il faudrait peut-être établir une différence entre l'encéphale de l'homme et celui du chien.

En résumé l'ablation des centres dits moteurs ne prouve qu'une seule chose, c'est que la conduction volontaire est supprimée : de même qu'après la section du sciatique, les muscles de la jambe sont paralysés, de même après la section des faisceaux blancs de la zone corticale motrice les muscles en rapport avec ces faisceaux sont paralysés.

Il y a cependant une différence : c'est que cette conduction volontaire n'est supprimée que pendant un temps, tandis que lorsque le nerf est coupé, elle est supprimée pour toujours.

Cela semble indiquer que cette conduction, au moins chez le chien, n'a pas une route absolument tracée d'avance. M. Vulpian a démontré que, pour la moelle, la conduction était indifférente, se faisant également par toutes les parties de la substance grise. Il est probable que pour le cerveau cette indifférence existe, quoiqué dans une mesure moindre. *Il y a des voies habituelles ; il n'y a pas de voie nécessaire.*

Examinons maintenant l'opinion des auteurs qui regardent les actions motrices des hémisphères cérébraux comme des actions réflexes.

1° Schiff suppose que le pouvoir réflexe de la substance grise est anéanti par les anesthésiques (chloral, chloroforme, éther), sans que le pouvoir conducteur de la substance blanche subisse de modifications. Par conséquent, toutes les fois que les anesthésiques suppriment une fonction nerveuse, c'est que cette fonction nerveuse dérive de la substance grise. Or les anesthésiques suppriment la fonction de l'écorce motrice, et non-seulement de l'écorce grise, mais des faisceaux blancs sous-jacents. Par conséquent, ces faisceaux blancs sous-jacents vont se rendre à des centres gris que le chloroforme a paralysés, et les mouvements provoqués par l'électrisation de l'écorce sont purement réflexes.

Il y a dans cette opinion plusieurs hypothèses qu'il faudrait démontrer.

D'abord, il n'est pas certain que dans les anesthésies très-profondes, comme celles qui sont nécessaires pour supprimer tout pouvoir excito-moteur des circonvolutions, il n'y ait aucun trouble dans la conduction par la substance blanche. Au contraire, il est probable que le chloroforme et l'éther agissent d'une manière énergique sur les cylindres axes de la substance blanche, et finissent par la tuer, comme ils tuent aussi le nerf ou le muscle.

En second lieu, est-ce qu'il ne peut pas y avoir conduction par les parties grises de la moelle allongée et du bulbe, sans que cette conduction soit identique à une action réflexe ? ce n'est plus une hypothèse que cette conduction par l'axe central de la moelle. Elle a été démontrée de toutes les manières par M. Vulpian, et il est très-probable que, dans les pédoncules comme dans

la protubérance, la conduction se fait par les parties grises. Quoi d'étonnant alors, si l'on trouve dans l'anesthésie, qui tue les cellules nerveuses, le pouvoir conducteur de ces cellules aboli?

M. Schiff a ajouté un autre fait pour démontrer qu'il s'agit bien là d'actions réflexes : c'est que la conduction est très-lente, et le retard considérable, bien plus grand qu'avec la conduction par des nerfs ou des fibres nerveuses, et aussi lent qu'une action réflexe.

2° Selon que l'excitation est plus ou moins forte, les mouvements sont plus ou moins marqués et en même temps se généralisent de plus en plus[2].

Le fait est très-exact : nous l'avons constaté plusieurs fois. En augmentant la force du courant excitateur, on obtient des mouvements dans les deux membres. Est-ce un phénomène de diffusion? cela est possible; aussi l'argument n'a-t-il pas beaucoup de valeur.

3° Le meilleur argument à faire valoir en faveur de l'hypothèse d'une action réflexe, c'est qu'il y a, en même temps que des mouvements dans un membre, des mouvements dans les artères, l'iris, le cœur, etc. Par conséquent, il faudrait admettre des centres cardio-moteurs, vaso-moteurs, sécréto-moteurs, etc.

Un fait constant, sur lequel M. Vulpian a insisté dans ses cours, c'est que l'excitation du gyrus sigmoïde est toujours sensible. Non chloralisés, les animaux se débattent et poussent des cris de douleur. Chloralisés légèrement, ils sont réveillés par l'excitation électrique du gyrus, et, pour qu'ils ne manifestent aucun signe de sensibilité, il faut une anesthésie très-profonde. Tous les phénomènes d'arrêt de la respiration et du cœur se compliquent

1. Hermann, *Pflüger's Arch.*, t. X, p. 77.

d'une excitation douloureuse, et la difficulté est de séparer ce qui appartient à la sensibilité, et ce qui appartient à l'excito-motricité.

On peut regarder comme certain qu'il y a autour du gyrus sigmoïde des faisceaux blancs sous-jacents à la substance grise, et dont l'excitation détermine en même temps de la sensibilité, des mouvements dans les viscères et des contractions artérielles? Tous ces faisceaux blancs sont-ils exactement limités? et y a-t-il des centres vaso-moteurs, des centres sécréto-moteurs, etc.? Cela est bien peu vraisemblable.

Ce qui peut nous éclairer pour donner la théorie de ces phénomènes, c'est ce qui se passe pour la moelle et les réflexes de la moelle. Les nerfs, une fois qu'ils sont sortis de la moelle, se divisent en une multitude de branches, qui vont à la périphérie cutanée présenter une très-grande surface. Les terminaisons nerveuses pé-périphériques représentent une vaste surface de dissociation, et la moelle, un cordon de condensation. Si on excite un point de cette surface, il y aura deux séries de mouvements différents, un premier mouvement local qui se portera sur le muscle répondant à la surface cutanée touchée; un second mouvement à distance, qui, traversant toute la moelle, arrivera jusqu'au bulbe, et se réfléchira dans ces organes délicats et impressionnables, tels que l'iris, le cœur et les vaso-moteurs; ces organes sont, en effet, des esthésiomètres d'une extrême perfection, et la moindre excitation bulbo-médullaire provoque leur mouvement.

Cela étant, n'est-ce pas un phénomène identique qui se passe dans l'excitation du cerveau? Il y a d'abord l'excitation des faisceaux qui déterminent des mouvements dans les muscles; mais comme cette excitation

porte aussi sur la substance grise du bulbe, et comme les centres réflexes de l'iris, du cœur, des vaisseaux, sont extrêmement sensibles, l'iris, le cœur et les vaisseaux sont influencés immédiatement par cette excitation bulbo-médulaire.

Nous pourrions donc comparer, jusqu'à un certain point, l'appareil de dissociation périphérique de la peau à l'appareil de dissociation périphérique de l'écorce grise du cerveau; les deux systèmes étant en connexion étroite avec le névraxe de substance grise. L'excitation de l'un ou l'autre de ces appareils produisant deux sortes de réflexes, les uns, limités et localisés, dépendant de la région excitée primitivement; les autres, disséminés, dépendant simplement de l'excitation bulbo-médullaire, qui va s'irradier à distance. D'une part, réflexes de localisation, d'autre part, réflexes de diffusion.

Il me semble cependant que cette comparaison ne serait pas tout à fait exacte, attendu que l'anatomie pathologique a démontré l'existence de faisceaux (trophiques ou excito-moteurs) allant directement de la périphérie des circonvolutions à la moelle, sans passer par les ganglions centraux et la substance grise axile de l'encéphale.

On peut donc concevoir qu'il y a dans les faisceaux blancs rolandiques deux ordres de fibres : les unes allant directement à la moelle sans passer par la substance grise (ce sont ces faisceaux dont l'existence paraît démontrée par les scléroses descendantes), les autres allant se perdre dans la substance grise centrale des corps striés, des pédoncules et surtout de la protubérance et du bulbe, et provoquant par leur excitation l'excitation du bulbe et, par conséquent, des mouvements réflexes dans tous les appareils de la vie organique.

On pourrait aussi se demander si tous les faisceaux blancs moteurs vont directement aux muscles, et si un certain nombre d'entre eux ne passent pas par les centres gris de la moelle.

Toutes ces hypothèses sont intéressantes, car des recherches précises pourront probablement être instituées pour confirmer les unes ou les autres.

Si maintenant nous résumons ces différents faits, et si nous cherchons à en établir la synthèse, en leur appliquant les notions connues de la physiologie nerveuse générale, nous verrons que si certaines parties du cerveau sont excitables, tandis que les autres ne le sont pas, cela tient à leurs connexions. C'est parce qu'ils sont reliés aux corps optostriés et au bulbe que leur faradisation provoque de la sensibilité, de la douleur et du mouvement ; tandis que les autres fibres blanches du cerveau n'ayant plus les mêmes rapports, leur excitation ne peut rien produire. C'est aussi à cause de leurs connexions avec la moelle qu'il y a des dégénérescences en certaines régions, et qu'il n'y en a pas dans d'autres.

On peut assimiler l'appareil des circonvolutions à l'appareil nerveux périphérique. Ces deux systèmes sont reliés aux centres par des fibres convergentes, centripètes, mais ces fibres à leur point de départ sont dissociées de manière à pouvoir être lésées isolément.

Il semble que la périphérie des circonvolutions soit le siége d'actions complexes, inconnues, intellectuelles, allant porter l'excitation volontaire aux centres ganglionnaires par des fibres spéciales, en sorte que, ces fibres conductrices étant lésées, il y a paralysie.

Mais cette localisation n'existe pas également chez tous les animaux : ainsi que l'a si bien démontré M. Milne Edwards, à mesure qu'on s'élève dans l'échelle

des êtres, la division du travail est plus parfaite. En appliquant cette donnée à l'innervation, nous pouvons supposer que la conduction devient de plus en plus précise. Les faisceaux blancs destinés à transmettre tel ou tel mouvement forment des groupes plus nombreux et mieux déterminés. Comme M. Vulpian l'a dit il y a déjà longtemps, comme Ferrier l'a montré dans ses expériences, l'appareil des circonvolutions devient d'autant plus important que l'animal occupe un rang plus élevé dans la série animale. Chez les jeunes animaux, qui sont des êtres inférieurs, il n'y a aucune excitabilité motrice de l'écorce cérébrale [1].

C'est que les circonvolutions sont un appareil de luxe, un système surajouté au système vital, essentiel, constitué par les parties qui entourent le canal central encéphalo-médullaire.

Quant aux faits, nous pouvons les résumer en quelques lignes.

A. Les paralysies corticales, chez le chien, sont transitoires : elles sont permanentes chez le singe (Ferrier), et, pour ce qui est de l'homme, M. Charcot a démontré par un ensemble imposant de preuves qu'elles existent, permanentes, à la suite d'une lésion d'un hémisphère, sans lésion des centres ganglionnaires.

B. Les lésions corticales (rolandiques) n'entraînent jamais d'anesthésie (immédiate ou consécutive) chez l'homme, tandis que chez le chien elles troublent certainement la sensibilité.

1. Soltmann, *Centralbl. f. d. med. Wissensch.*, 1875, 14, p. 209. M. Bochefontaine m'a dit avoir vérifié l'exactitude de ce fait si important. Cependant sur les cochons d'Inde nouveau-nés, qui à leur naissance sont déjà très-développés, l'écorce du cerveau est excitable. M. Tarchanoff (*Gaz. Méd.*, 1878, p. 441) vient de publier sur le développement des centres psycho-moteurs chez les jeunes chiens au travail intéressant.

C. Il y a donc entre le cerveau de l'homme et celui du chien une différence notable : aussi ne doit-on conclure de l'un à l'autre qu'avec de grandes réserves.

D. Chez l'homme il y a des exceptions, des cas rares. très-peu nombreux, si on veut éliminer tous ceux qui sont douteux, mais enfin il y a des cas certains, authentiques, où des lésions profondes et étendues de l'une ou l'autre des circonvolutions rolandiques n'ont pas entraîné de paralysie, comme aussi des lésions de la circonvolution de Broca n'ont pas entraîné l'aphasie.

E. Cependant, dans la très-grande majorité des cas, une lésion corticale de l'hémisphère entraîne la sclérose des cordons latéraux, de la moelle allongée, etc., sans passer par les centres ganglionnaires. Si, comme cela est probable, l'action trophique (?) et l'action excito-motrice suivent un même trajet, on peut en conclure qu'il y a des faisceaux blancs allant directement de la zone rolandique dans la moelle et dans les muscles sans passer par les centres ganglionnaires.

F. D'autre part il est certain que, chez le chien, toute excitation de la zone corticale rolandique non-seulement agit (directement?) sur les muscles, mais encore agit sur la sensibilité, la pression artérielle, la sécrétion salivaire, les vaso-moteurs, etc.

G. Chez les nouveau-nés l'écorce cérébrale n'est pas excitable, et cependant ils sont capables de mouvement et de sensibilité (non-consciente?) Après l'abrasion du gyrus sigmoïde, des chiens nouveau-nés ne présentent pas de paralysie.

H. Y a-t-il des centres psycho-moteurs? cela est très-douteux, mais cela importe peu, et c'est déjà un beau résultat pour la physiologie et la pathologie réunies

d'avoir démontré des faisceaux psycho-moteurs, plus développés chez l'homme que chez le chien.

I. Donc : 1° Chez la plupart des individus, mais non pas tous, les faisceaux psycho-moteurs existent, bien limités, et peuvent être paralysés, atrophiés, surexcités isolément.

2° Cet isolement est très-imparfait chez le chien ; non-seulement entre les divers faisceaux moteurs, mais encore entre la zone motrice corticale et les autres zones du cerveau.

3° L'appareil psycho-moteur comprenant l'ensemble de l'écorce des circonvolutions et les fibres conductrices est beaucoup moins développé chez les animaux que chez l'homme.

4° C'est un appareil de perfectionnement qui se développe tardivement et ne survient que chez les animaux très-supérieurs.

Ces conclusions ne sont évidemment pas très-satisfaisantes : mais elles n'ont pas de prétention à être une théorie, et servent seulement à expliquer comment les médecins et les physiologistes peuvent donner à un même problème des solutions si différentes.

§ 2. Fonctions sensitives des circonvolutions

Nous avons vu que les parties motrices de l'écorce du cerveau sont aussi des parties sensibles. Un des premiers, M. Vulpian, dans ses cours, a insisté sur ce fait qui est très-important. Cette sensibilité est de la sensibilité générale.

Mais il y a encore dans les différentes parties de la périphérie cérébrale, d'autres régions réservées aux

fonctions sensitives spéciales, à la vision, l'audition, etc., et quoique la science ne soit pas encore définitivement fixée sur ce sujet, c'est à Ferrier que revient l'honneur d'avoir cherché ces régions sensorielles, et de les avoir jusque à un certain point déterminées.

Vision. — En excitant sur des singes le gyrus angulaire (pli courbe), Ferrier avait constaté des mouvements dans les yeux, dans la tête, et enfin de la contraction des pupilles. Pour savoir s'il s'agit là d'actions réflexes, Ferrier fait l'abrasion du gyrus. Or la destruction du gyrus angulaire soit d'un seul côté, soit des deux côtés, ne provoque aucune paralysie motrice; mais cette lésion amène la cécité dans l'œil du côté opposé à la lésion. Si le gyrus angulaire de l'hémisphère opposé est intact, la suppléance s'établit, et au bout de quelque temps la vision est de nouveau possible dans les deux yeux. Au contraire, si on enlève le gyrus angulaire de l'un et de l'autre hémisphère, la cécité est complète et permanente [1].

Les modifications que cette opération fait subir à la vision ne sont pas faciles à constater: cependant, en lisant le détail des expériences de Ferrier, on peut être convaincu que la destruction du gyrus angulaire entraîne, sinon la perte absolue de la vision, au moins un trouble considérable dans cette fonction.

Ferrier a conclu de ses expériences, que si l'excitation électrique du gyrus provoque des mouvements dans les yeux, c'est par le fait d'un réflexe : les centres visuels étant intimement unis aux centres moteurs des yeux et de la pupille. Comme il le dit un peu hypothétiquement, l'excitation du gyrus provoque des sensations

1. Ferrier. *loc. cit.*, p. 261 et suiv.

visuelles subjectives qui déterminent des mouvements réflexes dans les yeux.

Faut-il accepter l'opinion de Ferrier sur la localisation des sensations visuelles dans le gyrus angulaire ? il me semble que cela est difficile, et je trouve dans les expériences mêmes de cet éminent observateur la preuve que cette localisation n'est guère possible.

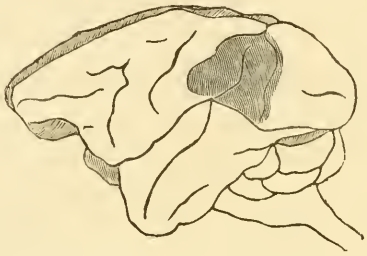


Fig. 19. — Cerveau de singe (d'après Ferrier). Les parties ombrées indiquent les lésions de l'hémisphère qui produisent la cécité.

En effet il note que la destruction des lobes occipitaux ou des extrémités postérieures des hémisphères produit des troubles de la vision. Ferrier pense que cette cécité est due à une inflammation consécutive, ayant *sérieusement atteint* le pli courbe, mais il a peut-être attribué trop d'importance à cette complication. Le fait que des singes ou des chiens ont pu, sans éprouver de trouble visuel, subir l'ablation complète des régions postérieures de l'encéphale ne prouve pas que ces régions soient sans influence sur la vision, attendu que des suppléances sont possibles, et que la preuve de ces suppléances, quelles que soient les difficultés que soulève leur interprétation, a été faite d'une manière positive.

En effet les lobes occipitaux ont une influence évidente sur la vision. M. Vulpian dans son cours à l'École de médecine a fait des expériences, qui le démontrent de la manière la plus positive.

Je citerai aussi les expériences de M. Munck[1] qui enlève à des chiens les lobes occipitaux, et qui constate après l'enlèvement de la partie supérieure de ces lobes une cécité psychique (Seelenblindheit), et après l'enlèvement de la partie inférieure une surdité psychique (Seelentaubheit).

J'avoue que la psychologie de M. Munck, quoique ingénieuse, me paraît assez subtile, et que la théorie des images commémoratives ne me semble pas solidement établie. M. Munck suppose que si on enlève à des chiens certaines régions de l'écorce occipitale du cerveau, ils perdent la mémoire des impressions visuelles, quoique dans quelques cas la mémoire de certaines images commémoratives persiste, au milieu de la perte de toutes les autres. « Chez l'un, c'était l'image du seau dans lequel il avait coutume de boire ; chez l'autre celle du geste qui lui indiquait de tendre la patte. » Cependant, à côté de ces puérilités, M. Munck a constaté un fait intéressant, c'est que les animaux aveuglés par une lésion occipitale recouvraient la vue et rapprenaient à voir. De plus, si à des chiens nouveau-nés on enlève l'œil droit d'un côté, la région occipitale visuelle du cerveau semble atrophiée du côté opposé, au bout de quelques mois.

Quant à ce qui concerne la fonction visuelle des hémisphères chez les animaux dépourvus de circonvolu-

1. *Zur Physiologie der Grosshirnrinde, Berl. Klin. Woch.*, n° 35, 1877, p. 505. Cette courte notice est traduite presque textuellement dans la *Revue des sc. méd.*, 1878, t. XI, p. 33.

tions, nous avons les expériences célèbres de Flourens. Ces expériences nous intéressent jusqu'à un certain point : car l'écorce cérébrale, avec circonvolutions, des animaux supérieurs, doit avoir des fonctions analogues à l'écorce cérébrale sans circonvolutions des vertébrés inférieurs.

« La poule sans lobes, dit Flourens, a réellement perdu la vue, l'ouïe, etc. Cependant nul de ces sens, ou mieux nul organe de ces sens, n'a été directement atteint. L'œil est parfaitement clair, net, et son iris mobile. Il n'a été touché ni à l'organe de l'ouïe, ni à celui du goût, les organes du sens subsistent, et les perceptions sont perdues; etc.; ce n'est donc pas dans ces organes que résident les perceptions [1]. »

Voilà de la psychologie physiologique qui me paraît préférable à celle de M. Munck.

Sur des pigeons, M. Mac Kendrick a étudié aussi les effets de l'ablation des parties postérieures ou antérieures de l'écorce. L'ablation des parties antérieures ne trouble pas la vision, mais celle des parties postérieures rend l'animal aveugle [2].

En résumé, on peut admettre que les impressions visuelles passent par les régions occipitales et pariétales postérieures (probablement le gyrus angulaire) de l'écorce du cerveau, mais il n'est pas prouvé, quoique cela soit probable, que la perception visuelle consciente se localise en ces points.

Ouïe. — M. Ferrier a cherché aussi en quel point se localisait la sensation auditive.

Il a procédé par les deux méthodes, l'électrisation et

1. Flourens, *Syst. nerveux*, 2e édit., p. 91.
2. Cité par Ferrier, *loc. cit.*, p. 273.

l'abrasion. Chez les singes, l'électrisation de la première volution temporale est, dit Ferrier, suivie d'effets définis, à savoir l'oreille du côté opposé s'abaisse ou se redresse soudain, les yeux sont grands ouverts, les pupilles dilatées, les yeux et la tête se dirigent du côté opposé.

En comparant ces phénomènes aux réactions qu'on observe sur un singe surpris par un bruit strident, M. Ferrier, les trouvant identiques, en a conclu qu'ils étaient produits par la même cause, c'est-à-dire par une sensation auditive subjective. Cette sensation étant provoquée, dans un cas, par l'excitation des organes de l'ouïe, dans l'autre cas, par l'excitation du centre sensoriel.

Les phénomènes du mouvement seraient dus à l'excitation des centres moteurs de l'oreille, excitation suivant dans l'écorce grise un trajet compliqué, et allant ensuite se transmettre aux muscles, en passant par la zone motrice corticale, les corps optostriés, le bulbe, etc. Ainsi ces mouvements de l'oreille seraient d'origine réflexe.

En abrasant la première circonvolution temporale, on semble rendre l'animal sourd. L'expérience est difficile à faire, car il faut beaucoup d'attention pour reconnaître la surdité chez les animaux. Toutefois M. Ferrier regarde ses expériences comme décisives. « Les réactions auditives, dit-il, provoquées par l'excitation électrique, et l'absence de réaction contre les formes accoutumées d'excitations auditives, quand les premières temporales sont détruites, équivalent à une démonstration positive de la localisation du centre auditif dans cette région. »

Enfin, je dirai que, d'après les expériences de M. Munck, les sensations auditives sont localisées dans les lobes temporaux. Ce même observateur a vu, après la des-

truction d'un de ces lobes, s'opérer le retour graduel des perceptions auditives. Il y a donc, comme pour la vision, suppléance par l'hémisphère du côté opposé.

Tact. — La localisation du sens du tact offre plus de difficulté que toutes les autres, non-seulement à cause de l'incertitude où l'on est toujours quand on veut savoir si un animal sent ou ne sent pas, mais encore parce que l'analyse de la sensation tactile n'a pas encore été faite d'une manière suffisante, et qu'il est presque impossible de distinguer la sensibilité tactile de la sensibilité réflexe, et de la sensibilité à la douleur.

Pour M. Ferrier, le siége du tact serait dans le lobe de l'hippocampe. L'expérience sur laquelle il s'appuie pour supposer cette localisation ne me paraît rien moins que concluante, et je ne la rapporterai pas ici. Il me semble qu'il y avait chez le singe opéré par lui, un certain degré d'anesthésie du côté opposé, ce qui tient, comme nous le verrons tout à l'heure, aux lésions des parties blanches sous-jacentes.

Odorat et goût. — Les expériences de M. Ferrier semblent montrer que les sensations olfactives viennent converger en une région définie de l'écorce cérébrale, c'est-à-dire dans la corne d'Ammon. D'ailleurs cette localisation est en rapport avec l'anatomie comparée qui montre le lien qui unit le subiculum de la corne d'Ammon aux lobes olfactifs.

En excitant la corne d'Ammon chez des singes, M. Ferrier a obtenu des mouvements dans la narine du côté opposé, ce qui peut être l'indication d'une sensation olfactive subjective.

Chez des singes à qui la corne d'Ammon avait été enlevée, les objets les plus désagréables ne provoquaient plus de répulsion, soit au goût, soit à l'odorat. En bou-

chant la narine du côté opposé, on put se rendre compte que l'animal n'avait plus aucune sensation olfactive.

M. Broca est arrivé, par l'anatomie comparée, à une conclusion analogue[1]; malheureusement je ne puis entrer dans les détails donnés par ce maître éminent, ni montrer combien sont étroits les rapports entre le lobe du corps calleux, le lobe olfactif, et le lobe de l'hippocampe.

Faim et soif. — Nous avons vu que, d'après divers auteurs (Hitzig, Schiff, etc.), la sensibilité musculaire se trouvait lésée quand les régions motrices de l'écorce cérébrale étaient atteintes. Cette localisation est d'autant plus douteuse qu'on ne sait pas encore si la sensibilité musculaire existe.

Quant aux autres sensations, dites générales, elles sont si peu étudiées jusqu'ici, ce qui s'explique par la difficulté extrême de l'analyse physiologique, que leur localisation paraît une tentative prématurée. Aussi me contenterai-je de dire que Ferrier a localisé la faim dans les lobes occipitaux, l'appétit sexuel dans la région de l'hippocampe, comme aussi la soif. Mais tout cela est trop hypothétique pour mériter qu'on s'y arrête.

Sensibilité à la douleur. — Les expériences rapportées plus haut peuvent, jusqu'à un certain point, servir à nous renseigner sur le siége de la douleur.

En effet, nous avons vu que l'excitation de l'écorce cérébrale, dans les régions dites motrices, provoquaient sur des animaux non anesthésiés des phénomènes de réaction, indiquant une perception douloureuse, tandis que l'excitation des autres régions de l'écorce ne provoquait pas de réaction semblable.

1. *Anat. comp. des circonvolutions cérébrales*, *Revue d'anthropol.*, 1878, p. 385.

Nous avons vu aussi qu'en enlevant l'écorce grise et en excitant les faisceaux blancs sous-jacents, les phénomènes étaient les mêmes, et qu'il semblait y avoir encore perception douloureuse.

La conclusion qu'on peut tirer de ces deux ordres de faits est que sans doute la douleur ne réside pas dans les cellules de l'écorce grise périphérique, mais que, selon toute vraisemblance, elle a pour siége l'axe ganglionnaire des centres nerveux (corps optostriés, pédoncules et protubérance). Il n'est pas inutile de rappeler ici que d'autres expériences avaient amené Longet et M. Vulpian[1] à considérer la protubérance annulaire comme le siége de la douleur et le *sensorium commune*.

En effet la douleur n'existe que si elle est perçue, consciente, et le siége de la douleur est probablement le siége de la conscience (*sensorium conscium*) :

La pathologie qui a tant fait pour les fonctions motrices ne nous a pas donné encore sur les fonctions sensitives des circonvolutions de solution satisfaisante. Autrement dit, on ne peut pas à côté des paralysies corticales faire le chapitre des anesthésies corticales.

Toutefois, la clinique et l'anatomie pathologique sont arrivées à préciser les cas où il y avait hémianesthésie par lésion cérébrale.

Ce sont ces cas qui, joints aux rares données expérimentales brièvement indiquées ci-dessus, permettraient peut-être d'établir, avec toutes les réserves que comportent l'obscurité et la difficulté du sujet, le rôle des circonvolutions dans les sensibilités générales ou spéciales.

L. Türck, et surtout M. Charcot et ses élèves, ont bien

1. *Physiol. du syst. nerveux*, p. 541.

démontré ce fait, à savoir que l'hémianesthésie survient, toutes les fois qu'il y a lésion de la partie postérieure de la capsule interne, c'est-à-dire de cette bande de substance blanche qui sépare la couche optique du noyau lenticulaire du corps strié.

L'hémianesthésie est due à une lésion de la capsule interne : par conséquent les faisceaux sensitifs allant conduire les impressions de la périphérie au *sensorium commune* passent par la capsule interne.

Si on place le *sensorium commune* dans la couche corticale du cerveau, on expliquera très-bien les phénomènes par l'interruption simple de la conduction. Mais si l'on place le *sensorium* dans la protubérance, il faut admettre que les fibres sensitives allant aux lobes occipitaux s'y réfléchissent, et reviennent par la même voie dans la protubérance. En effet, chez l'homme, on ne peut pas admettre que le retour se fasse par la zone motrice, attendu que les lésions des parties moyennes ou antérieures de la couronne rayonnante n'atteignent ni la vision, ni l'ouïe, ni la sensibilité. Peut-être aussi pourrait-on penser que le *sensorium commune* n'existe pas, et que, si la sensibilité générale siége dans les centres cérébraux ganglionnaires, la sensibilité visuelle siége dans les lobes occipitaux. Peut-être enfin pourrait-on supposer que dans le cerveau du chien, si différent du cerveau de l'homme, la voie des impressions sensitives n'est pas la même.

On comprendra que je n'insiste pas sur ces hypothèses, non plus que sur les phénomènes si intéressants des hémianesthésies sensorielles[1].

1. Voy. les leçons de M. Charcot, *Leç. sur les localisations*, 1876, p. 80 et suiv.

§ 3. Fonctions intellectuelles des circonvolutions.

Je ne crois pas que l'on puisse aujourd'hui traiter convenablement cette question : la solution en est probablement réservée au siècle qui nous suivra, et qui, profitant des recherches du siècle précédent, saura y ajouter les siennes pour établir sur des bases solides les lois de la psycho-physiologie.

Cependant, en mettant à profit les données de l'embryologie, de l'anatomie comparée, de la pathologie, et de la physiologie expérimentale, on peut jusqu'à un certain point établir un rapport entre les phénomènes intellectuels et les circonvolutions.

L'anatomie comparée nous montre que l'activité intellectuelle des mammifères est d'autant plus grande que leurs circonvolutions sont plus développées.

Ainsi l'homme a les circonvolutions très-nombreuses et très-riches.

Après lui, et à une très-grande distance, viennent d'abord les singes anthropoïdes, puis les autres singes, puis l'éléphant [1], puis les cétacés, les carnassiers, etc.

Les Rongeurs, dont l'intelligence est très-médiocre, n'ont pas de circonvolutions : elles sont à peine indiquées.

M. Dareste a supposé que les circonvolutions n'existent que chez les animaux de grande taille [2] : cela n'est vrai qu'en partie : le castor, par exemple, n'a pas de circonvolutions, tandis que le ouistiti en a beaucoup ; mais aussi quelle différence entre l'intelligence de l'un et l'instinct de l'autre?

1. Voy. la planche de Leuret.
2. *Ann. de sc. nat.*, 1865, t. III, p. 65.

Ainsi, par le fait de ce rapport, nous pouvons supposer que l'intelligence est une fonction des circonvolutions. Il faut ajouter que, des Rongeurs à l'homme, non-seulement les circonvolutions augmentent en nombre et en étendue, mais aussi le cerveau augmente en poids. Si l'on établit un rapport entre le poids du cerveau et le poids de la taille, on verra que, chez l'homme, ce rapport est de 45 à 47 environ, autrement dit, le corps de l'homme pèse 45 ou 47 fois plus que son cerveau. Pour le cheval, le rapport est de 1 à 400; pour l'éléphant, de 1 à 500; pour le bœuf, de 1 à 800 (Leuret).

L'étude des circonvolutions selon les âges et les races de l'homme conduit à des conclusions analogues. Le poids du cerveau et la richesse des circonvolutions augmentent avec l'intelligence.

Pour ce qui est du poids du cerveau, voici quelques chiffres d'après M. Davis [1] :

21	Anglais.	1 425 gr.
25	Chinois.	1 357 »
5	Esquimaux	1 396 »
9	Nègres	1 322 »
17	Australiens.	1 197 »

D'autres résultats très-concordants ont été notés par différents auteurs, et l'on peut regarder comme certain que, dans la race blanche, le poids du cerveau, soit absolu, soit relatif au corps, est plus considérable que dans les autres races.

Il y a en même temps des différences dans la forme des circonvolutions.

1. Cité par M. Pozzi, *Revue critique sur le poids du cerveau; Revue d'anthropol.*, 1878, p. 277. Je renvoie à cet article pour les détails bibliographiques, et autres, dans lesquels je ne puis entrer.

Pour prendre des éléments comparables, il faut comparer les circonvolutions des anthropoïdes, des races humaines inférieures, des fœtus, des idiots et des races supérieures.

Chez les singes, même les plus élevés, chez le gorille, par exemple, les circonvolutions sont, relativement à celles de l'homme, extrêmement peu développées [2]. Cependant les deux cerveaux sont constitués absolument sur le même type : et, de tous les animaux, ce sont les anthropoïdes qui ont les plus belles circonvolutions.

Cela peut se dire aussi du cerveau du Charruas qui

Fig. 20. — Cerveau de Charruas adulte, d'après Leuret.

est presque simien. On peut voir sur cette figure, empruntée à Leuret, combien les circonvolutions sont simples, élémentaires, à la région pariéto-temporale surtout, au point où la scissure parallèle vient s'enfoncer

1. Voy. la pl. II, fig. 2 du mémoire de M. Broca — *Sur le cerveau du gorille* — *Revue d'anthropol.*, 1878. p. 1.

dans le lobe pariétal. La circonvolution temporale qui se porte en haut pour former la circonvolution du pli courbe est d'une simplicité extrême, sans plis de passage, et si on compare ce cerveau à un cerveau d'Européen, on sera frappé de la différence entre la complexité de l'un et la simplicité de l'autre [1].

Ce qu'il faut remarquer, c'est que chez quelques Européens, faibles d'intelligence, chez les imbéciles, chez certains criminels, il y a la même conformation extérieure, la même simplicité des circonvolutions. On peut voir sur cette figure du cerveau de Fieschi,

Fig. 21. — Cerveau de Fieschi, d'après Leuret

empruntée à Leuret, que la simplicité du lobe temporal est extrême. Les sillons qui séparent les trois cricon-

1. Voyez, par exemple, la figure 440 du *Traité d'anat.* de M. Sappey, p. 63.

volutions de ce lobe sont droits, parallèles, sans flexuosités. C'est encore jusqu'à un certain point le type simien.

On pourra comparer encore à ces formes l'excellente figure que donne M. Pozzi du cerveau de Marie Martel, imbécile[1]. Les circonvolutions pariétales postérieures et temporales sont d'une extrême simplicité. On voit aussi sur ce cerveau que les circonvolutions frontales sont droites, simples, étroites, et que la pauvreté des replis est générale, également accusée dans tous les lobes, toutes les circonvolutions.

Il est intéressant de comparer à ces cerveaux primitifs, des cerveaux de fœtus ou d'enfants nouveau-nés chez qui l'intelligence n'existe pas. Alors les circonvolutions secondaires ne sont pas encore formées. Ce n'est qu'après la naissance, presqu'à la puberté, que l'organe est tout à fait développé en même temps que la fonction[2].

Si on ajoute à ces données la ressemblance étonnante de quelques cerveaux de microcéphales aux cerveaux des singes[3], on pourra vraisemblablement en conclure que l'intelligence et la richesse des circonvolutions, peut-être même des circonvolutions pariétales postérieures et occipitales, sont dans un rapport étroit avec l'intelligence. Il est fort possible aussi que la région frontale des circonvolutions soit d'autant plus développée que l'intelligence est plus considérable. Il paraît même que le tra-

1. Article Circonvolutions du *Dict. encyclop.*, fig. 6, 7 et 8, pp. 352. 354, 355.

2. Voy. la fig. 21 d'Ecker, dans l'article de M. Pozzi, *loc. cit.*, p. 384. Voy. aussi Luys. *Bull. de la Soc. de Biolog.* 1876, p. 230, *Cerveau d'une imbécile;* Lebon, *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1878, 8 juillet.

3. Voy. la pl. XXIV de Leuret, *Atlas*, p. 36, fig. 4, 5 et 6.

vail intellectuel tend à développer le volume des lobes frontaux [1].

On a essayé d'établir une différence entre les races humaines frontales, intelligentes, et les races humaines occipitales, inférieures; mais cette distinction n'est pas fondée, attendu que le développement des régions occipitales qui empiètent sur le cervelet et le recouvrent, est un des caractères qui distingue le mieux le cerveau de l'homme.

Enfin, comme le fait remarquer M. Broca, la symétrie des circonvolutions semble être une condition d'infériorité [2]. Les cerveaux humains sont asymétriques bien plus que les cerveaux des singes et des animaux. Chez les idiots, les microcéphales, etc., les deux hémisphères sont très-souvent symétriques. Souvent aussi les cerveaux d'idiots sont extrêmement asymétrique.

En somme les cerveaux des faibles d'esprit et des types inférieurs, sont d'un poids très-faible et très-pauvres en circonvolutions. C'est le contraire pour le cerveau des hommes d'une grande intelligence. Le cerveau de Cuvier pesait 1829 grammes. Les cerveaux de Cromwell et de lord Byron avaient un poids plus considérable encore, s'il faut en croire des chiffres peu authentiques [3]. En général, les cerveaux de femmes sont moins riches en circonvolutions que les cerveaux d'hommes. Cela est vrai aussi pour le poids, même en tenant compte du poids du corps et de la taille: là encore l'intelligence et le plus ou moins de développement des circonvolutions marchent de pair.

1. Lacassagne et Cliquet, *De l'influence du travail intellectuel sur le volume et la forme de la tête.* — *Bull. de la Soc. de méd. publ.*, 1878, p. 398.

2. *Bull. de la Soc. d'anthropol.*, 1866, p. 393.

3. Voy. Wagner, *Recherches sur les fonctions du cerveau*, *Journ. de la physiol*, IV, p. 554.

Les autopsies récentes, les seules ayant quelque valeur, puisque c'est seulement depuis Leuret et Gratiolet qu'on connaît la morphologie des circonvolutions, nous font presque complétement défaut. On peut dire que la question est tout à fait à l'étude [1].

Il est possible que le rapport de l'intelligence avec l'abondance des circonvolutions et le poids du cerveau ne présenterait pas les irrégularités qu'on s'est plu à constater si on supposait le cerveau avec les circonvolutions dépliées, comme le voulait Gall. Je ne sais si ce déplissement serait possible à effectuer, même d'une manière approximative, mais ce serait un élément bien important à connaître pour juger de la valeur quantitative d'un cerveau, en substance grise.

Enfin, on peut supposer que ce n'est pas seulement la quantité mais, encore la qualité (?) de la substance grise qui joue un rôle très-important.

Examinons maintenant si la physiologie expérimentale et l'anatomie pathologique nous donneront des no-

1. « Le poids du cerveau de sir James Simpson (1870) était de 1,530 grammes (avec le cervelet). Les circonvolutions étaient remarquablement nombreuses et, de plus, contournées et entrelacées, comme si la place leur eût manqué dans le crâne. L'*insula* de Reil était étonnamment développée. » *Revue d'anthropologie*, 1872, p. 124. — Le crâne du Dante se faisait remarquer par le développement énorme des lobes frontaux (Broca, *Bull. de la Soc. d'anthropol.*, 1866, p. 206). — Gratiolet cite aussi la forme merveilleuse du crâne de Descartes (*ibid.*, 1861, p. 71). — Pour la description des cerveaux d'idiots ou d'imbéciles, je renverrai principalement à ce recueil, au *Journ. of mental sciences* et au *West Riding Lunatic Asylum Report's*. — M. Luys a appelé l'attention sur une circonvolution supplémentaire qui, parallèle à la circonvolution postrolandique, réunit le lobe temporal au lobe pariétal supérieur; mais il n'est pas encore certain que l'existence de cette circonvolution coïncide avec une activité intellectuelle plus considérable. *Bull. de la Soc. de biol.*, 1876, p. 222. Voyez aussi les leçons de M. Vulpian sur la *Physiologie du système nerveux*, p. 688.

tions plus positives que l'anatomie comparée sur la fonction intellectuelle des circonvolutions.

La physiologie expérimentale nous a révélé bien peu de chose, ce qu'on sait de plus précis est encore dû aux expériences admirables de Flourens. Les oiseaux, les reptiles auxquels les lobes cérébraux sont enlevés en totalité, n'ont ni vision, ni audition, ni intelligence. Ils n'ont plus de spontanéité. Les mouvements qu'ils accomplissent sont réflexes et involontaires, et, quoique en apparence appropriés à un but, en réalité réglés uniquement par l'intensité et la nature de l'excitation.

On a fait un grand nombre d'expériences de toutes sortes sur les circonvolutions des mammifères, et les conclusions sont encore très-incertaines et très-obscures. On peut détruire la zone rolandique sans altérer l'intelligence. On peut enlever aussi une portion considérable des lobes frontaux ou même des lobes occipitaux, sans altérer en apparence les fonctions intellectuelles; mais le jugement est si difficile à porter, et l'interprétation si discutable, qu'il n'y a encore rien d'établi sur cette mystérieuse question. Il est probable cependant que la destruction des lobes occipitaux, par la cécité et la surdité qu'elle provoque, et peut être par d'autres pertes de fonctions mal connues, jette les animaux dans un état de stupeur qui est bien près de la perte de l'intelligence.

De plus, si on tient compte de toutes les considérations développées plus haut dans les différentes pages de ce travail, on sera forcé de reconnaître que la physiologie animale sera forcément impuissante à résoudre la question : car pour les facultés intellectuelles il n'y a guère de comparaison à établir entre les animaux et l'homme.

Aussi la pathologie surtout doit-elle être invoquée pour résoudre ces deux problèmes :

1° L'intelligence réside-t-elle dans les circonvolutions?

2° Dans quelles circonvolutions siégent les diverses facultés intellectuelles?

Pour l'homme, il n'y a pas de vie possible sans cerveau, et cependant il est des cas nombreux, où on a constaté la destruction de tout un lobe (frontal, ou occipital, ou pariétal) ou de deux lobes symétriques (les deux lobes frontaux par exemple), sans qu'il y ait eu anéantissement de l'intelligence [1]. On peut même dire qu'il n'est pas rare de voir des blessés, dont les lobes frontaux ont été traversés par une balle, ayant conservé toute leur intelligence, ou plutôt à peu près toute leur intelligence.

Sur les animaux, l'expérience donne les mêmes résultats et on peut en déduire cette proposition qui jusqu'ici n'a pas été infirmée.

Il n'y a pas à la surface des circonvolutions de région spécialement affectée à l'intelligence.

Cependant il y a une localisation intellectuelle bien évidente, c'est l'aphasie, et cela peut nous servir à l'explication de la nature de l'intelligence. L'intelligence semble être la réunion de facultés diverses, et le langage est une de ces facultés. Un aphasique a l'intelligence atteinte dans un de ses éléments constitutifs, et, de fait, c'est un homme diminué au point de vue intellectuel. On pourrait concevoir un homme dont la bouche serait bâillonnée et qui aurait toute sa mémoire, tout son juge-

1. Entre autres un cas cité par M. Vulpian, *loc. cit.*, p. 70. Voy. aussi Mire. *Rec. de méd. militaire*, juin 1871.

ment, toute son imagination. Cet homme ne serait pas un aphasique. En revanche, l'observation montre qu'il n'existe pas d'aphasique ayant toute sa mémoire, tout son jugement, toute son imagination. Peut-être y a-t-il d'autres facultés, localisées comme le langage dans une circonvolution? Mais quelles sont ces facultés, dont le faisceau forme l'intelligence de l'homme. Peut-on espérer en trouver une autre, aussi bien délimitée psychologiquement que le langage?

Nous ne nous étendrons pas sur ce sujet trop discutable et trop métaphysique, et nous n'avons plus que quelques remarques à ajouter à propos de la paralysie générale des aliénés.

On sait, depuis Calmeil et Parchappe, que la lésion anatomique de cette affection est une altération de la substance grise corticale, et même, d'après les auteurs modernes, de la couche profonde[1] de la substance grise.

Cette région serait-elle réellement le siége de l'intelligence? cela est très-hypothétique. Tout ce qu'on peut dire, c'est que, très-probablement, l'écorce grise du cerveau est l'organe des fonctions intellectuelles.

Chez les anciens paralytiques généraux, parvenus au dernier degré de la démence, chez les déments séniles, on trouve la substance grise, atrophiée, envahie par ce tissu conjonctif et ayant presque disparu.

Il est probable que chez les paralytiques généraux les accès de délire coïncident avec des poussées congestives, et les médecins aliénistes savent que le délire congestif est un délire ambitieux[2]. Entre la quantité de

1. Meschéde, *Allg. Zeitsch. für Psychiatrie*, 1873.

2. Peut-être y aurait-il quelques réserves à faire sur la congestion des paralytiques. Voy. Charcot, *Leç. sur les maladies du syst. nerveux*, t. I, p. 251.

sang qui circule dans les couches superficielles des hémisphères et la conception de certaines idées délirantes, il y a une relation manifeste[1].

Enfin on sait que les altérations toxiques de l'intelligence, c'est-à-dire les troubles fonctionnels de la substance grise corticale, portent d'abord sur les facultés volontaires, conscientes, et plus tard seulement sur les facultés involontaires, inconscientes. Il n'est pas non plus inutile de rappeler que les mêmes substances qui abolissent l'action réflexe (chloroforme, morphine, alcool), sont aussi les substances qui abolissent l'intelligence. Les poisons de la substance grise de la moelle (poisons des réflexes), sont aussi les poisons de la substance grise corticale (poisons de l'intelligence).

Le fait que quelques gouttes d'alcool introduites dans le sang amènent un délire furieux, nous expliquent comment, dans beaucoup de cas de folie récente, on ne trouve pas de lésion cérébrale, ni à l'œil nu, ni au microscope : c'est qu'outre l'altération de la forme, il y a probablement aussi une altération dynamique, fonctionnelle, qui échappe absolument à nos sens.

Si maintenant nous voulions donner en quelques lignes la conclusion de ce travail, trop hâtif pour ne pas être bien imparfait, nous dirions que le cerveau n'est pas un organe simple, et qu'on ferait fausse route en y cherchant une sorte de foyer central réunissant toutes les impulsions, les impressions et toutes les volontés.

1. M. Moreau m'a raconté souvent le fait d'un savetier, paralytique général, qui se croyait pape lorsque la congestion survenait. Quelques sangsues calmant la congestion faisaient cesser le délire : mais chaque fois qu'on mettait le doigt sur la plaie en empêchant le sang de couler, le savetier redevenait pape.

Les vertébrés inférieurs sont des êtres très-simples; leurs mouvements sont presque automatiques, et semblent être des réflexes aussi peu compliqués que possible. Mais à mesure qu'on s'élève, un appareil de perfectionnement vient s'ajouter à ce système primitif, presque embryonnaire. Cet appareil, c'est la couche grise corticale. Plus les fonctions psychiques, sensitives, idéomotrices sont développées, plus l'appareil qui leur est destiné acquiert de développement. C'est une couche de substance nerveuse qui, chez les mammifères supérieurs, est forcée de se replier, de se masser en volutes irrégulières pour tenir place dans la boîte crânienne. C'est là que s'élaborent les fonctions intellectuelles ; c'est de là que partent aussi les impulsions psycho-motrices.

La voie que suivent ces impulsions est maintenant connue : c'est par les faisceaux blancs qui avoisinent la scissure de Rolando.

A côté de ces impulsions motrices, il y en a d'autres, probablement involontaires et inconscientes, dont le siége est dans l'axe ganglionnaire qui entoure le canal central.

On peut donc concevoir chez les mammifères supérieurs, et surtout chez le singe et l'homme, une sorte de dualité dans l'être, d'une part l'être à réflexe simple, chez qui l'appareil cortical n'est pas mis en jeu, d'autre part l'être à réflexe compliqué, intellectuel, chez qui les impressions sensitives, conscientes, passant dans les couches occipitales, s'élaborent dans toute l'écorce du cerveau, pour revenir ensuite à l'état d'excitations motrices volontaires par les faisceaux blancs pariétaux.

Mais cela même est encore une hypothèse, et il faudra encore de longues recherches pour édifier (ou renverser) cette théorie.

Nous trouvons donc partout tant d'hypothèses, et si peu de certitudes, qu'on pourrait être découragé en voyant l'immense et colossal effort d'un siècle de recherches aboutir à un résultat si contestable. Mais ce découragement serait mal justifié, car chaque jour amène un progrès, et un moment viendra, peut-être assez prochain, où on connaîtra les fonctions des circonvolutions, c'est-à-dire de l'intelligence, comme les fonctions du cœur, des muscles et du sang.

BIBLIOGRAPHIE

Un certain nombre de revues critiques, soit physiologiques, soit pathologiques, ont paru sur la question des localisations ; et en même temps quelques travaux intéressants, n'ayant pas un intérêt physiologique direct.

Je donne ici les principaux.

DODDS. *Localisation of fonctions of the Brain, being an historical and critical analysis of the question — Journ. of anat. and physiol.*, t. XII, p. 340.

RENDU et GOMBAULT. *Des localisations cérébrales. — Revue des sc. médic.*, t. VII, 1876, p. 236 et 765.

LÉPINE. *Revue mensuelle de médec. et de chirurgie.*—Mai 1877, p. 381.

BOURDON. *Recherches sur les centres moteurs des membres. — Bullet. de l'Ac. de médec.*, 23 oct. 1877.

POZZI. *Des localisations cérébrales et des rapports du crâne avec le cerveau au point de vue de la trépanation* (*Arch. gén. de méd.*, av. 1877).

GLIKY. *Uber die Wege auf denen die durch Elektrische Reizung der Grasshirnrinde erregten motorischen Thätigkeiten durch das Gehirn indurch fortgeleitet werden* (*Eckhard's Beiträge, etc.*, t. VII, p. 177).

VETTER. *Ein Ueberblick ueber die neueren Experimente am Grasshirn. Deutsch. arch. f. klin. med.*, XV, p. 350.

CZARNOWSKI. *Ein Beitrag zur Lehre von den moorischen Centrender Grosshirnrinde. — Diss. inaug.*, 32 p. Breslau, 1874.

ONIMUS. *Des erreurs qui ant pu être commises dans les expériences physiologiques par l'emploi de l'électricité* (*Gaz. hebd.*, 1877).

SEGUIN. *A contribution to the study of localised cerebral lesions. — Reprinted from the Transactions of the Americ. Neurol. Associat.* New-York, 1877.

BORDIER. *Revue critique des localisations cérébrales. — Revue d'anthropologie*, 1877, p. 265.

GRASSET. *Des localisations dans les maladies cérébrales.* 2e édit. Montpellier, 1878. (Travail très-bien fait et très-complet).

ATKINS. *Revue sur les localisations.* (*Dubl. journ. of. médic. science*, juillet 1877, p. 50).

NEWCOMBLE. *Epileptiform seizures in general paralysis. West Rid. Lun. Asylum Reports*, 1875.

A. FOVILLE fils. *Des relations entre les troubles de la motilité dans la paralysie générale et les lésions de la couche corticale des circonvolutions fronto-pariétales. Ann. méd. psychol.*, déc. 1876, janvier 1877.

MATHIAS-DUVAL. *Localisations cérébrales dans les hémisphères.— Trib. méd.*, 1877, p. 248.

BURCKHARDT. *Des centres fonctionnels du cerveau. — Zeitschr ift für Psychiatrie*, 1877.

FERRIER. *Lectures on the localisation of cerebral Diseases.—The British méd. journal*, 1878, nos 899-904, p. 399, etc.

TAMBURINI. *De l'état actuel de la physiologie normale et pathologique de l'intelligence. — Lo Sperimentale*, fèvr., 1877.

OBERSTEINER et EXNER. *Mesure de la vitesse de la pensée chez les aliénés. — Arch. F. path.-anat.*, 1873-1874.

BESSER. *Reflexe der Neugebornen.—Arch. für Psychiatrie*, t. VII, p. 460.

Fig 1

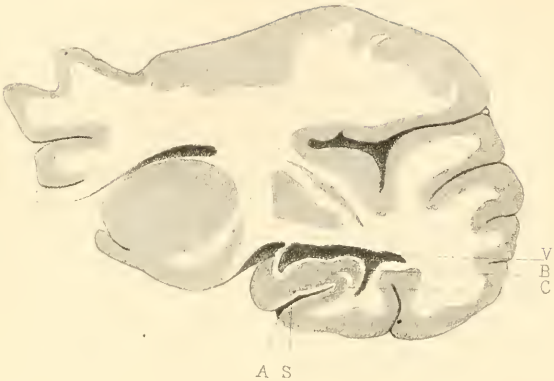
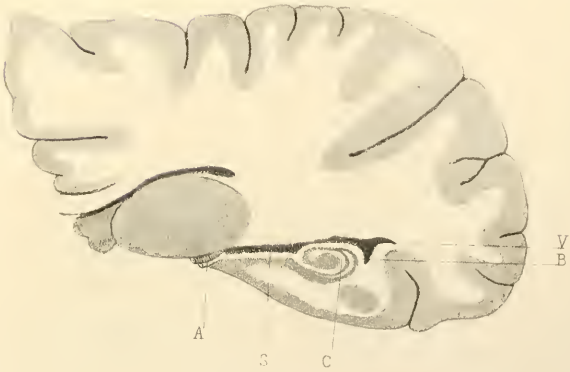


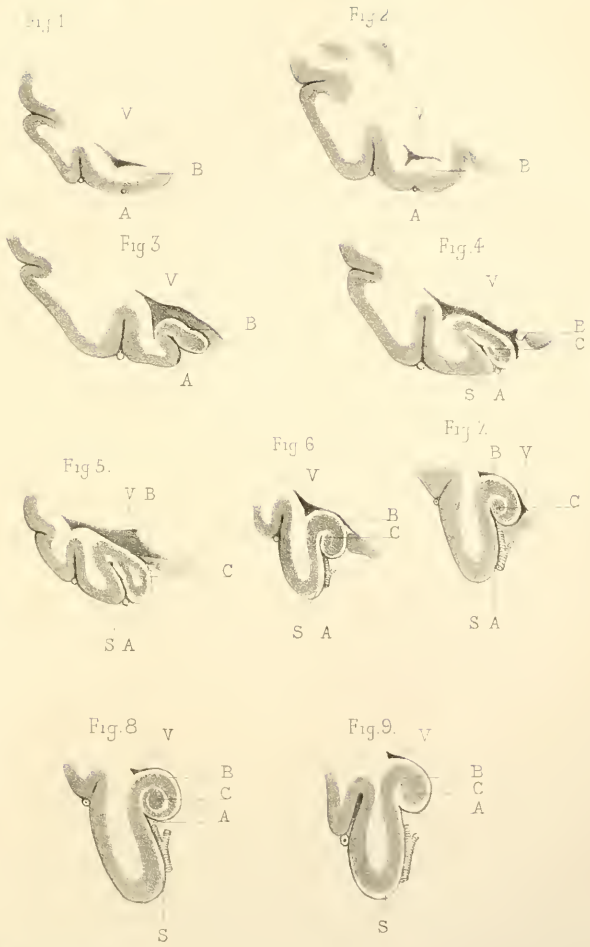
Fig 2



JACQUEMIN ET PILARSKI LITH.

IMP. RENQUET PARIS

Librairie Germer Baillière & Cie



JACQUET ET PILASKI LITH. IMP. CH. DOUIT PARIS

Librairie Germer Baillière & Cie

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I. — Fig. 1 et 2. Rapports de l'hippocampe avec le ventricule latéral. — Les lettres sont les mêmes que pour la planche II.

Planche II.

V. Cavité du ventricule latéral;

A. Point où la substance grise s'invagine pour former l'hippocampe;

B. Lame de la substance blanche profonde qui s'amincit pour former la paroi ventriculaire de la corne d'Ammon (cuneus);

S. Subiculum, lamelle blanche naissant sur place dans la substance grise périphérique, et se contournant en C pour former la crosse d'évêque.

Pour rendre les figures plus claires, on a supprimé le corps bordant et le corps godronné.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE : **Structure des circonvolutions.**

§ 1. Historique 1
§ 2. Disposition générale 5
§ 3. Éléments figurés 8
§ 4. Structure en général 16
§ 5. Structure en particulier 23
§ 6. Structure chez les mammifères 37
§ 7. Substance blanche 39
§ 8. Vaisseaux 44
§ 9. Développement 49

DEUXIÈME PARTIE : **Physiologie des circonvolutions.**

Introduction anatomique 54
Introduction historique 58

Chapitre premier. Propriétés physiologiques.
§ 1. Excitabilité 68
§ 2. État thermique, électrique et chimique 84
§ 3. Circulation 86

Chapitre deuxième. Fonctions.
§ 1. Fonctions motrices.
A. Méthodes d'investigation 96
B. Action sur les muscles de la vie animale 98
C. Action sur les muscles de la vie organique 119
D. Aphasie 120
E. Théories de l'innervation motrice 132
§ 2. Fonctions sensitives 148
§ 3. Fonctions intellectuelles 158

Bibliographie 171

Explication des planches 173

21635. — Typographie Lahure, rue de Fleurus, 9.

257
1-7-8

COLUMBIA UNIVERSITY LIBRARIES

This book is due on the date indicated below, or at the expiration of a definite period after the date of borrowing, as provided by the library rules or by special arrangement with the Librarian in charge.

DATE BORROWED	DATE DUE	DATE BORROWED	DATE DUE
C28(842)M50			

R392

QP381

Richet

Structure des circonvolutions céré-
brales.